府谷县煤化工集团亿隆矿业有限公司

矿区生态修复方案

（矿山地质环境保护与土地复垦方案）



府谷县煤化工集团亿隆矿业有限公司

2025 年 12 月

府谷县煤化工集团亿隆矿业有限公司

矿区生态修复方案

（矿山地质环境保护与土地复垦方案）



申报单位 ： 府谷县煤化工集团亿隆矿业有限公司

法人代表 ： 徐海林

总工程师 ： 刘 杰



编制单位 ： 陕西地矿区研院有限公司

法人代表 ： 范乐伟



总工程师 ： 马中豪



项目负责 ： 蔡佳乐

编写人员 ： 蔡佳乐 段少洁 张佳启

制图人员 ： 段少洁

矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）信息表

矿山企业	企业名称	府谷县煤化工集团亿隆矿业有限公司			
	法人代表	徐海林	联系电话	1390219384	
	单位地址	陕西省榆林市府谷县			
	矿山名称	府谷县煤化工集团亿隆矿业有限公司			
	采矿许可证	☐新申请 ☐持有 ☑变更			
		以上情况请选择一种并打“√”			
编制单位	单位名称	陕西地矿区研院有限公司			
	法人代表	范乐伟	联系电话	13669273296	
	主要编制人员	姓名	职责	专业	签名
		蔡佳乐	项目负责	地质工程	蔡佳乐
		段少洁	项目负责及编制	水利工程	段少洁
		倚江星	调查及报告编制	地质工程	倚江星
		张佳启	调查及报告编制	矿业工程	张佳启
		李启鹏	作图及预算	地质工程	李启鹏

审查申请

我单位已按要求编制矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案），保证方案中所引数据的真实性，同意按国家相关保密规定对文本进行相应处理后进行公示，承诺按批准后的方案做好矿山地质环境保护与土地复垦工作。

请予以审查。

申请单位（矿山企业）盖章

联系人：蔡佳乐　　　　联系电话：18392805784

《府谷县煤化工集团亿隆矿业有限公司矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）》专家组评审意见

2025 年 9 月 19 日，陕西省自然资源厅邀请有关专家（名单附后）在西安市对府谷县煤化工集团亿隆矿业有限公司委托陕西地矿区研院有限公司编制的《府谷县煤化工集团亿隆矿业有限公司矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）》（以下简称《方案》）进行了评审。受陕西省自然资源厅委托，省地质环境监测总站组织召开本次会议，会前部分专家到矿山进行了实地踏勘，专家组在听取汇报、审阅方案及附件、附图的基础上，经过质询答辩后，形成如下意见：

一、《方案》完成的工作量满足编制的要求。《方案》收集资料 10 份，完成调查面积 18.9296km²，评估区面积 15.0461km²，地质环境调查点 41 个、土地复垦调查点 64 个。《方案》附图、附表及附件完整，插图及插表齐全，编制格式符合《方案编制指南》要求。

二、《方案》编制依据较为充分，治理规划总体部署年限和适用年限较合理。依据《府谷县煤化工集团亿隆矿业有限公司煤矿矿产资源开发利用方案（变更）》，截止 2024 年 12 月 31 日，矿山剩余可采储量 Mt，矿山剩余服务年限为 3.2 年（取 4 年），沉稳期 1 年，管护期 6 年，《方案》规划服务年限为 11 年（2025 年-2035 年），《方案》适用期为 5 年（2025 年-2029 年），《方案》

编制基准年为2024年，《方案》实施基准期以自然资源部门公告之日算起。

三、矿山基本情况和其它基础信息叙述基本完整。矿山处于停产状态，矿区面积由14.3625km²变更为13.9861km²，开采标高1240-1155m，限定开采2^{-2}、3^{-1}、3^{-2}号煤层。据“陕自然资矿保备[2024]1766号”文，采矿证内，可采煤层2层，为2^{-2}、3^{-2}号煤层。矿山采矿许可证编号C6100002011021120108064，矿山由19个拐点坐标圈定，采矿证有限期至2025年4月14日，生产规模为1.20Mt/a；土地利用现状叙述清晰；矿山属于地下开采，2^{-2}号煤层仅剩下大巷煤柱回收，3^{-2}号煤层采用一次采全高综合机械化采煤法，全部垮落法管理顶板，根据矿山开采方式和采矿方法，矿种系数为1.4%（煤炭价格≤600元/吨），开采系数1.2（允许地表塌陷），地区系数为1.1（陕北地区）。

四、矿区自然地理和地质环境背景叙述基本正确，评估区重要程度属重要区，矿山地质环境条件复杂程度为复杂，矿山生产规模1.20Mt/a，为大型煤矿，确定矿山地质环境影响评估级别为一级是正确的，评估区面积15.0461km²适宜。

五、矿山地质环境现状评估和预测评估较为合理，现状评估将评估区划分为严重、较严重和较轻3个级别7个区，其中严重区4个，总面积0.2571km²，占评估区总面积的1.71%；较严重区2个，面积为1.7875km²，占评估区总面积的11.88%；较轻区1个，面积为13.0015km²，占评估区总面积的86.41%。预测评估将全区划分为3个级别9个区，其中严重区4个，总面积0.2571km²，占

评估区总面积的1.71%；较严重区2个，面积为1.4466km²，占评估区总面积的9.61%；较轻区3个，总面积为13.3424km²，占评估区总面积的88.68%。

六、矿山土地损毁预测与评估基本正确，土地损毁的环节和时序基本合理，土地损毁形式包括压占损毁和塌陷损毁。已损毁土地面积188.8124hm²，其中压占损毁面积5.6491hm²，采空塌陷损毁183.1633hm²，拟损毁土地面积348.1335hm²。拟塌陷损毁和已塌陷损毁区域无重复损毁面见。合计损毁土地面积536.9459hm²。已损毁土地现状明确，拟损毁土地预测正确。

七、矿山地质环境保护与治理分区原则正确，分区结果合理；《方案》将全区划分为3级9个保护与治理分区，4个重点防治区，面积0.2571km²，占评估面积的1.71%；2个次重点防治区，面积1.4466km²，占评估面积的9.61%；3个一般防治区，面积13.3424km²，占评估面积的88.68%。复垦区及复垦责任范围划定基本合理，土地权属明确，复垦区范围由损毁土地、永久性建设用地组成，共计552.7946hm²，其中损毁土地536.9459hm²、永久性建设用地15.8487hm²。矿山闭坑后，工业场地不留续使用，复垦责任范围面积552.7946hm²。

八、矿山地质环境保护与治理恢复可行性分析基本正确；土地复垦适宜性评价指标体系和评价方法正确，复垦适宜性评价结论合理。

九、《方案》提出的矿山环境保护与土地复垦目标与任务明确；

对治理与复垦工程内容提出的技术方法正确可行；治理与复垦工程量确，具有可操作性。矿山环境治理工程主要措施：进矿道路修复工程、不稳定地质体治理工程、地面塌陷防治工程、井筒封堵、矿山地质环境监测工程等；土地复垦工程主要措施：土壤重构工程、植被恢复工程、配套工程、土地复垦监测管护工程等；

表 1　矿山地质环境治理恢复与土地复垦任务表

年度	矿山地质环境治理措施及工程量	土地复垦措施及工程量
第一年	①对三道沟村供水工程进行修复，采用管道敷设、检查井建设、修建水塔、附属工程等；②对不稳定地质体 BT01、BT02 进行治理，采用坡面整理、被动防护网、警示牌。对 BT03 采取建筑物拆除；③对进矿道路工程治理，治理长度 1.9km，采用硬化路面拆除、路基开挖、模板安装、基层铺设、面层铺设、修建排水渠、修建护栏、修建路灯；④地质灾害监测工程布设 GNSS 监测系统 8 套；⑤地面塌陷监测工程布设 GNSS 监测系统 11 套；⑥布设 S1-S2 监测井监测设施，水位监测 4 次、取样 4 组、水质检测 4 次；⑦布设 W1~W4 水环境监测点 Q1~Q3 土环境监测点，水质监测 4 次、取样 4 组、全分析 4 次，土质监测 3 次、取样 3 组、全分析 3 次：⑧无人机遥感影像航拍 $0.95km^2$、构建三维模型 $0.95km^2$、地形地貌景观数据处理分析 1 次、购买高精度卫星遥感数据 $20.5km^2$、卫星遥感监测数据解译 $20.5km^2$、土地损毁与复垦、土地复垦质量、植被生态等分析 1 次、分析总结报告 1 次、人工巡查 14 次。	①对 122、123 盘区进行裂缝填充；②对炸药库进行拆除复垦，废弃建筑拆除 $1485m^3$、复垦面积 $0.1132hm^2$；③对排矸场进行复垦，复垦面积 $2.8hm^2$、栽植紫穗槐 7033 株、撒播草籽 $2.8hm^2$；④对采空区已损毁区域耕地、林地、草地进行复垦；⑤监测并记录开采区基础信息；⑥耕地土地损毁监测 566 次、土壤质量检测 15 次、复垦效果监测 79 次、复垦成果管护 $19.46hm^2$；⑦林地土地损毁监测 707 次、复垦效果监测 152 次、复垦成果管护 $50.23hm^2$；⑧草土地损毁监测 583 次、复垦效果监测 45 次、复垦成果管护 $37.01hm^2$。
第二年	①对 123 盘区开采区树立警示牌；②在 13103-13204 工作面布设地面变形监测点 G12~G20 地面塌陷自动化监测设备 9 套；③以自然修复为主，辅以实时监测，对已设置的 S1~S2 含水层监测井进行监测，水位监测 2 次、取样 2 组、水质检测 2 次；④对已布设的 W1~W4 水环境	①对采空区已损毁区域耕地、林地、草地进行复垦；②耕地复垦面积 $26.93hm^2$，采用裂缝填堵土方、表土剥离工程、表土覆土工程、土地平整工程、土地翻耕工程、田埂修筑工程、土壤培肥、配套机耕道路工程；③林地采用穴状整地、栽植

	测点，Q1¯Q3 土环境监测井进行监测，水质监测 8 次、取样 8 组、全分析 8 次，土质监测 1 次、取样 1 组、全分析 1 次；⑤对已布设的地质灾害监测点及含水层监测点继续按工程设计监测；⑥无人机遥感影像航拍 1.25km²、构建三维模型 1.25km²、地形地貌景观数据处理分析 1 次、购买高精度卫星遥感数据 25.5km²、卫星遥感监测数据解译 25.5km²、土地损毁与复垦、土地复垦质量、植被生态等分析 1 次、分析总结报告 1 次、人工巡查 12 次。	油松、栽植紫穗槐；④草地采用撒播草籽 49.33hm²；⑤耕地土地损毁监测 234 次、土壤质量检测 6 次、复垦效果监测 33 次、复垦成果管护 8.02hm²；⑥林地土地损毁监测 284 次、复垦效果监测 61 次、复垦成果管护 20.18hm²；⑦草土地损毁监测 241 次、复垦效果监测 19 次、复垦成果管护 15.26hm²。
第三年	①在 122 盘区开采区树立警示牌；②在 13201-13202 工作面布设地面变形监测点 G21¯G28 地面塌陷自动化监测设备 9 套；③以自然修复为主，辅以实时监测，对已设置的 S1¯S2 含水层监测井进行监测，水位监测 2 次、取样 2 组、水质检测 2 次；④对已布设的 W1¯W4 水环境监测点，Q1¯Q3 土环境监测井进行监测，水质监测 8 次、取样 8 组、全分析 8 次，土质监测 1 次、取样 1 组、全分析 1 次；⑤对已布设的地质灾害监测点及含水层监测点继续按工程设计监测；⑥无人机遥感影像航拍 1.35km²、构建三维模型 1.35km²、地形地貌景观数据处理分析 1 次、购买高精度卫星遥感数据 27.00km²、卫星遥感监测数据解译 27.00km²、土地损毁与复垦、土地复垦质量、植被生态等分析 1 次、分析总结报告 1 次、人工巡查 12 次。	①对 131 盘区（13101-13104 工作面）沉陷损毁区进行复垦；②耕地复垦面积 31.77hm²，采用裂缝填堵土方、表土剥离工程、表土覆土工程、土地平整工程、土地翻耕工程、田埂修筑工程、土壤培肥、配套机耕道路工程；③林地采用穴状整地、栽植油松、栽植紫穗槐；④草地采用撒播草籽 63.54hm²；⑤耕地土地损毁监测 335 次、土壤质量检测 9 次、复垦效果监测 47 次、复垦成果管护 11.52hm²；⑥林地土地损毁监测 470 次、复垦效果监测 101 次、复垦成果管护 33.34hm²；⑦草土地损毁监测 345 次、复垦效果监测 27 次、复垦成果管护 21.90hm²。
第四年	①在 131 盘区（13101-13104）工作面开采区树立警示牌。②在 13203-13205 工作面布设地面变形监测点 G29¯G38 地面塌陷自动化监测设备 10 套；③以自然修复为主，辅以实时监测，对已设置的 S1¯S2 含水层监测井进行监测，水位监测 2 次、取样 2 组、水质检测 2 次；④对已布设的 W1¯W4 水环境监测点，Q1¯Q3 土环境监测井进行监测，水质监测 4 次、取样 4 组、全分析 4 次，土质监测 1 次、取样 1 组、全分析 1 次；⑤对已布设的地质灾害监测点及含水层监测点继续按工程设计监测；⑥无人机遥感影像航拍	①对 132（13201-13203）工作面沉陷损毁区进行复垦；②耕地复垦面积 34.76hm²，采用裂缝填堵土方、表土剥离工程、表土覆土工程、土地平整工程、土地翻耕工程、田埂修筑工程、土壤培肥、配套机耕道路工程；③林地采用穴状整地、栽植油松、栽植紫穗槐；④草地采用撒播草籽 63.58hm²；⑤耕地土地损毁监测 432 次、土壤质量检测 12 次、复垦效果监测 60 次、复垦成果管护 14.85hm²；⑥林地土地损毁监测 576 次、复垦效果监测 122 次、复垦成

	0.90km^2、构建三维模型 0.90km^2、地形地貌景观数据处理分析 1 次、购买高精度卫星遥感数据 23.30km^2、卫星遥感监测数据解译 23.30km^2、土地损毁与复垦、土地复垦质量、植被生态等分析 1 次、分析总结报告 1 次、人工巡查 12 次。	果管护 40.89hm^2；⑦草土地损毁监测 445 次、复垦效果监测 34 次、复垦成果管护 28.25hm^2。
第五年	①通村道路修复工程，采用表层路面清理、路基开挖、路基土外运、路基处理、泥结石碎石路面；②在 132 盘区树立警示牌；③以自然修复为主，辅以实时监测，对已设置的 S1~S2 含水层监测井进行监测，水位监测 2 次、取样 2 组、水质检测 2 次；④对已布设的 W1~W4 水环境监测点，Q1~Q3 土环境监测井进行监测，水质监测 4 次、取样 4 组、全分析 4 次，土质监测 1 次、取样 1 组、全分析 1 次；⑤对已布设的地质灾害监测点及含水层监测点继续按工程设计监测；⑥无人机遥感影像航拍 0.65km^2、构建三维模型 0.65km^2、地形地貌景观数据处理分析 1 次、购买高精度卫星遥感数据 21.05km^2、卫星遥感监测数据解译 21.05km^2、土地损毁与复垦、土地复垦质量、植被生态等分析 1 次、分析总结报告 1 次、人工巡查 12 次。	①对 132 盘区（13204-13205 工作面）沉陷损毁区进行复垦；②耕地土地损毁监测 400 次、土壤质量检测 11 次、复垦效果监测 56 次、复垦成果管护 14.87hm^2；③林地土地损毁监测 524 次、复垦效果监测 112 次、复垦成果管护 40.95hm^2；④草土地损毁监测 412 次、复垦效果监测 32 次、复垦成果管护 28.28hm^2。

十、矿山治理与土地复垦工程总体部署、阶段实施计划、适用期年度工作安排合理、有针对性。

十一、根据矿山地质环境保护与土地复垦工程部署、工程量及工程技术手段，参照相关标准进行经费估算，矿山地质环境治理工程、土地复垦工程静态费用分别为 1943.95 万元、5228.25 万元，总费用为 7172.20 万元，吨煤投资 14.46 元（剩余可采储量 Mt），静态亩均投资 6305.24 元（复垦责任范围 552.7946hm^2），经费估算合理。《方案》适用期 5 年矿山地质环境治理工程和土地复垦工程静态费用分别为 1609.56 万元、2556.76 万元，总费用 4166.32 万元。适用期各年度矿山地质环境治理恢复与土地复垦费用安排合理，

表 2　矿山地质环境治理恢复与土地复垦费用明细表

年度	矿山地质环境治理费用(万元)	土地复垦费用（万元）	小计（万元）
第一年	1048.09	932.73	1980.82
第二年	103.22	406.22	509.44
第三年	101.04	531.33	632.38
第四年	102.01	558.97	660.98
第五年	255.2	127.51	382.70
合计	1609.56	2556.76	4166.32

十二、方案提出的各项保障措施和建议是合理、可行，对治理效益的分析基本可信。

十三、府谷县煤矿工集团亿隆矿业有限公司 2023 年、2024 年年度工程，分别在 2023 年 2 月、2024 年 12 月由府谷县自然资源主管部门组织完成验收；2025 年 3 月由榆林市自然资源和规划局组织完成适用期验收。

按照《陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》(陕自然资规〔2024〕1757 号)，经审核税务等相关凭证资料，截止 2025 年 3 月（矿山自 2025 年 4 月以来处于停产状态），核定该企业应提取基金　　　　万元，实际提取基金　　　　万元，支取基金　　　　万元，账户剩余基金　　　　万元（含利息）。

十四、存在问题及建议

1. 完善矿山地面工程用地手续；

2. 加强与相关部门及土地权属人沟通协调，确保工程部署落地实施；

3.结合煤矿开采3年可能闭坑的实际，复核资金保障措施，应同步编制闭坑治理方案并足额计提闭矿治理及后期管护所需费用。

综上，专家组同意《方案》通过审查，陕西地矿区研院有限公司按专家组意见修改完善后由府谷县煤化工集团亿隆矿业有限公司按程序上报。

专家组长：[签名]

2025年10月19日

《府谷县煤化工集团亿隆矿业有限公司矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）》

评审专家责任表

姓　名	单　　位	职务/职称	专　业	是否同意评审结论	签　字
[illegible]	中煤科工生态环境科技有限公司	高工	地质环境	同意	[illegible]
苏[illegible]	长安大学	教授	地质工程	同意	苏[illegible]
[illegible]卫	陕西师范大学	教授	生态修复 土地复垦	同意	[illegible]
陈秋计	西安科技大学	教授	土地复垦	同意	陈秋计
[illegible]武	西北有色勘测工程有限责任公司	高工	地质环境	同意	[illegible]武
李[illegible]	中国有色西安勘察设计研究院有限公司	高工	采矿工程	同意	李[illegible]
赵四利	陕西省水利电力勘测设计研究院	高工	工程造价	同意	赵四利

目　录

前　言 1

一、任务的由来 1

二、编制目的 1

三、编制依据 2

四、方案适用年限 5

五、编制工作概况 6

第一章　矿山基本情况 11

一、矿山简介 11

二、矿区范围及拐点坐标 13

三、矿山开发利用方案概述 14

四、矿山开采历史及现状 32

第二章　矿区基础信息 36

一、矿区自然地理 36

二、矿区地质环境背景 43

三、矿区社会经济概况 58

四、矿区土地利用现状 61

五、矿山及周边其他人类重大工程活动 66

六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析 69

第三章　矿山地质环境影响和土地损毁评估 83

一、矿山地质环境与土地资源调查概述 83

二、矿山地质环境影响评估 84

三、矿山土地损毁预测与评估 122

四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围 130

第四章　矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析 139

一、矿山地质环境治理可行性分析 139

二、矿区土地复垦可行性分析 141

第五章　矿山地质环境治理与土地复垦工程 163

一、矿山地质环境保护与土地复垦预防 163

二、矿山不稳定地质体治理......166
三、矿区土地复垦......182
四、含水层破坏修复......205
五、水土环境修复......206
六、矿山地质环境监测......207
七、矿区土地复垦监测和管护......216
第六章　矿山地质环境治理与土地复垦工作部署......224
一、总体工作部署......224
二、阶段实施计划......225
三、年度工程安排......226
第七章　经费估算与进度安排......241
一、经费估算依据......241
二、矿山地质环境治理工程经费估算......242
三、土地复垦工程经费估算......251
四、总费用汇总与年度安排......257
第八章　保障措施与效益分析......271
一、组织保障......271
二、技术保障......272
三、资金保障......273
四、监管保障......274
五、效益分析......277
六、公众参与......279
第九章　结论与建议......283
一、结论......283
二、建议......287
附图：
附图 1、亿隆煤矿矿山地质环境现状评估图（1：10000）；
附图 2、亿隆煤矿矿区土地利用现状图（1：10000）；
附图 3、亿隆煤矿矿山地质环境预测评估图（1：10000）；
附图 4、亿隆煤矿矿区土地损毁预测评估图（1：10000）；

附图 5、亿隆煤矿矿区土地复垦规划图（1：10000）；

附图 6、亿隆煤矿矿山地质环境治理工程部署图（1：10000）。

附表：

附表 1、矿山地质环境调查表；

附表 2、公众参与调查表。

附件：

附件 1、委托书；

附件 2、采矿许可证；

附件 3、方案信息表；

附件 4、上期《方案》公告及专家组意见；

附件 5、关于对《府谷县煤化工集团亿隆矿业有限公司亿隆煤矿矿产资源开发利用方案》的审查意见；

附件 6、上期《方案》适用期验收意见

附件 7、年度治理工程验收文件；

附件 8、市，县自然资源主管部门现场踏勘意见；

附件 9、专家现场踏勘意见；

附件 10、编制单位/申报单位内审意见；

附件 11、土地证及相关证件；

附件 12、水土检测报告；

附件 13、基金监管协议；

附件 14、签订基金三方监管协议以来各年度基金的提取和使用情况；

附件 15、煤矿基金提取和使用情况；

附件 16、亿隆煤矿 2024 年、2025 年年度计划批复及专家意见

附件 17、矿山地质环境治理工程经费估算书；

附件 18、土地复垦工程经费估算书。

前　言

一、任务的由来

亿隆煤矿 2017 年委托陕西工程勘察研究院编制《府谷县煤化工集团亿隆矿业有限公司矿山地质环境保护与土地复垦方案》，方案服务年限为 16 年，考虑矿井剩余服务年限不足 10 年，为便于矿山企业对方案治理工程的实施，因此将本方案适用年限划分为一期，本方案适用期为 16.0a，适用年限为 2019 年 4 月-2034 年 1 月。

亿隆煤矿适用期内共申请 2 次年度验收，分别为 2022 年、2023 年，均通过年度验收并取得府谷县自然资源和规划局意见。2025 年 3 月通过了榆林市自然资源和规划局组织的适用期验收，于 2025 年 4 月取得专家组验收意见，原《方案》适用期已通过验收。

2024 年 11 月，亿隆煤矿委托陕西科能矿山工程技术有限公司编制《府谷县煤化工集团亿隆矿业有限公司煤矿矿产资源开发利用方案》，于 2025 年 4 月 2 日取得专家组意见。

根据《国土资源部办公厅关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编制有关工作的通知》（国土资规〔2016〕21 号文），因煤矿原开采范围与“杜松保护区”存在重叠，2024 年 3 月，煤矿退出了与杜松保护区重叠区域的矿权，矿区面积由原方案的 14.3625km^2 缩减至 13.9861km^2。本方案属于适用期到期和矿权范围变更修编方案，为此，2024 年 12 月，府谷县煤化工集团亿隆矿业有限公司委托我公司编制《府谷县煤化工集团亿隆矿业有限公司矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）》。

二、编制目的

1.为积极贯彻《矿山地质环境保护规定》及《土地复垦条例》，有效解决煤炭开采引发的矿山地质环境破坏及土地损毁问题，保护和改善区域生态环境和土地资源提供技术支撑。

2.按照“预防为主、防治结合，谁开发谁保护、谁破坏谁治理、谁投资谁受益”及“谁损毁、谁复垦”的原则，保证煤矿矿山地质环境保护与土地复垦义务的落实，切实做到煤炭开采与环境保护的协调，促进矿区的可持续发展；

3.通过预测煤矿开采对生态环境造成的影响，合理规划设计，制定有针对性的治理措施，最大限度减缓对矿山地质环境的影响，节约利用土地资源，保护耕地资源；

4.为自然资源主管部门监督管理矿山企业矿山地质环境保护与土地复垦工作落实情况提供依据。

三、编制依据

（一）委托书

《府谷县煤化工集团亿隆矿业有限公司矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）委托书》（附件一），2024 年 12 月。

（二）法律法规

1、《永久基本农田保护条例》，国务院令第 257 号，2011 年 1 月 8 日；

2、《中华人民共和国土地复垦条例》，国务院令[2011]第 592 号；

3、《陕西省实施〈土地复垦条例〉办法》，陕西省人民政府令第 173 号，2013 年 12 月 1 日。

4、《土地复垦条例实施办法》，自然资源部令第 5 号，2019 年 7 月 16 日；

5、《矿山地质环境保护规定》，自然资源部令第 64 号，2019 年 7 月 24 日；

6、《中华人民共和国土地管理法》，全国人大常务委员会，2019 年 8 月 26 日；

7、《中华人民共和国森林法》（2019 年 12 月 28 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第十五次会议第二次修正，2020 年 7 月 1 日起实施）；

8、《陕西省矿产资源管理条例》，陕西省人民代表大会常务委员会，2020 年 6 月 11 日修订；

9、《中华人民共和国草原法》，全国人大常务委员会，2021 年 4 月 29 日修订；

10、《中华人民共和国矿产资源法》，全国人大常务委员会，2024 年 11 月修订。

（三）政策依据

1、《关于加强矿山地质环境恢复和综合治理的指导意见》（国土资发〔2016〕63 号），国土资源部、工业和信息化部、财政部、环境保护部、国家能源局，2016 年 7 月 1 日；

2、《关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》（陕国土资环发〔2017〕11 号），2017 年 2 月 20 日；

3、《陕西省关于加强矿山地质环境恢复和综合治理的实施方案》（陕国土资发〔2017〕19 号），陕西省国土资源厅、省发展和改革委员会、省工业和信息化厅、省财政厅、

省环境保护厅，2017 年 4 月；

4、《关于加快矿山地质环境保护与土地复垦工作的通知》，（陕国土资发〔2017〕39 号），2017 年 9 月 25 日；

5、《关于做好煤矿地下水监测工作的通知》（陕国土资环发〔2018〕7 号），2018 年 3 月 14 日；

6、《陕西省首批矿山地下水监测井建设指导方案》，陕西省国土资源厅，2018 年 3 月；

7、《关于印发陕西省加强矿山地质环境恢复和综合治理实施办法（2019-2020）的函》（陕自然资函〔2019〕227 号），2019 年 11 月 14 日；

8、《关于印发陕西省矿山地质环境综合调查技术要求（试行）的通知》（陕自然资修复发〔2020〕24 号）；

9、《关于印发陕西省矿山地质环境监测规划的通知》（陕自然资修复发〔2020〕23 号），2020 年 7 月 1 日；

10、《关于进一步做好全省矿山生态修复监管工作的通知》（陕自然资修复发〔2021〕29 号）；

11、《关于印发陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》（陕自然资规〔2024〕1757 号），陕西省自然资源厅、陕西省财政厅、陕西省环境环境厅、陕西省林业局，2024 年 12 月 31 日。

12、《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定（2024 年修正）》及配套定额陕水规计发（2024）107 号文）；

13、《土地开发整理项目预算定额标准》（财综［2011］128 号，2011 年 12 月 31 日）；

14、《榆林市绿化委员会榆林市林业和草原局关于印发 2025 年度生态修复工程苗木指导价格的通知》（榆绿委发〔2024〕6 号）；

（四）技术规范与标准

1、《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（国土资源部，2016 年 12 月）；

2、《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223—2011）；

3、《矿山生态修复技术规范第 1 部分：通则》（TD/T1070.2-2022）；

4、《矿山生态修复技术规范第 2 部分：煤炭矿山》（TD/T 1070.2-2022）；

5、《土地复垦方案编制规程第 1 部分：通则》（TD/T1031-2011）；

6、《土地复垦方案编制规程第 3 部分：井工煤矿》（TD/T1031.3-2011）；

7、《采矿塌陷区生态修复技术规程》（GB/T42251-2022）；

8、《煤矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T 43934-2024）；

9、《矿山生态修复工程实施方案编制导则》（DT/T1093-2024）；

10、《矿山生态修复工程验收规范》（TD/T1092-2024）；

11、《陕西省矿山地质环境综合调查技术要求（试行）》（陕自然资修复发［2020］24 号）；

12、《工程岩体分级标准》（GB50218－2014）；

13、《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》，（安监总煤装〔2017〕66 号）；

14、《矿山地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021）；

15、《土地利用现状分类》（GB/T21010—2017）；

16、《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）；

17、《造林技术规程》（GB/T15776-2023）；

18、《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T0287-2015）；

19、《土壤环境监测技术标准》（HJ/T166-2004）；

20、《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（GB/T 43935-2024）；

21、《地表水和污水监测技术标准》（HJ/T91-2002）；

22、《矿区地下水监测规范》（DZT0388-2021）；

23、《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）；

24、《地下水质量标准》（GB/T14848—2017）

25、《矿区地下水含水层破坏危害程度评价规范》（GB/T42362-2023）；

26、《陕西省行业用水定额》（DB61/T 943-2020）；

27、《关于持续推进绿色矿山建设的通知》(陕自然资规[2024]1740 号)，陕西省自然资源厅、陕西省生态环境厅、陕西省财政厅、陕西省市场监督管理局、陕西省林业局、国家金融监督管理总局陕西监管局、中国证券监督管理委员会陕西监管局，2024 年 12 月 27 日；

28、《表土剥离及其再利用技术要求》(GB/T45107-2024);

29、《矿山地质环境治理恢复技术与验收规范》(DB61/T1455-2021)。

（五）技术资料

1、《陕西省府谷县煤化工集团亿隆矿业有限公司煤矿（整合区）勘探报告》，榆林市荣岩地质勘探有限公司，2009 年 4 月；

2、《府谷县煤化工集团亿隆矿业有限公司煤炭资源整合项目（1.20Mt/a）环境影响报告书》，中煤科工集团西安研究院，2012 年 1 月；

3、关于的《陕西省府谷县煤化工集团亿隆矿业有限公司煤矿资源储量核实报告》及评审备案的复函（陕自然资矿保备[2024]1766 号），西安地质矿产勘查开发院，2024 年 6 月；

4、《陕西省府谷县煤化工集团亿隆矿业有限公司矿产资源开发利用方案》，陕西科能矿山工程技术有限公司，2025 年 3 月；

5、《府谷县煤化工集团亿隆矿业有限公司亿隆煤矿矿山地质环境治理恢复及土地复垦适用期总结报告（2019-2023 年）》；

6、土地利用现状数据，府谷县自然资源和规划局（2023 年更新调查数据）；

7、府谷县三区三线（2023 年更新调查数据）；

8、《府谷县国民经济和社会发展第十四个五年规划纲要》，2020 年 4 月；

9、《府谷县国土空间总体规划(2021-2035 年)》；

10、《府谷县国土空间生态修复规划(2021-2035 年)》；

四、方案适用年限

根据上期《陕西省府谷县煤化工集团亿隆矿业有限公司亿隆煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》和《陕西省府谷县煤化工集团亿隆矿业有限公司矿产资源开发利用方案》2025 年 3 月，本矿井设计生产规模 1.20Mt/a，矿井工业资源量为 万吨，矿井设计资源量为 万吨，矿井设计可采资源量为 万吨，全井田只设置一个开采水平，水平设在 2^{-2} 号煤层，水平标高确定为+1210m。3^{-2} 煤层划分 2 个盘区为 131 盘区和 132 盘区。考虑 1.3 的备用系数，煤矿可开采 3.2 年（取 4 年），根据矿山开采计划预计 2029 年开采结束。

依据采空区监测巡查资料及地面变形预测计算结果，综合考虑闭坑后的沉稳期和治理期为 1 年，管护期取为 6 年，由此确定地质环境保护与土地复垦服务年限为 11 年（4+1+6=11），包括近期 5 年（2025 年-2029 年），中后期 6 年（2030 年-2035 年）。

依据相关政策要求，根据企业生产规划和土地损毁情况等因素变化，确定本方案

的适用年限为 5 年（2025 年-2029 年），方案编制的基准期为 2024 年。矿山企业扩大开采规模、扩大矿区范围或者变更用地位置、改变开采方式的，应当重新编制或修编矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）。

五、编制工作概况

（一）工作程序

本方案的编制按照中华人民共和国自然资源部发布的《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》、《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 0223-2011 版）和《土地复垦方案编制规程》（TD/T 1031.1-2011）进行。

本方案工作程序是：接收业主委托，在充分收集和利用已有资料的基础上，结合现场调查矿区的地质环境条件、社会环境条件、区内植被、土地损毁情况、土壤状况、现状不稳定地质体和地质环境的类型、分布规模、稳定程度、活动特点等因素，通过综合分析，从而进行府谷县亿隆煤矿的地质环境影响评估、地质环境保护与土地复垦分区，并提出府谷县亿隆煤矿地质环境保护与土地复垦措施、建议。方案编制的工作程序框图见图 0.5-1。

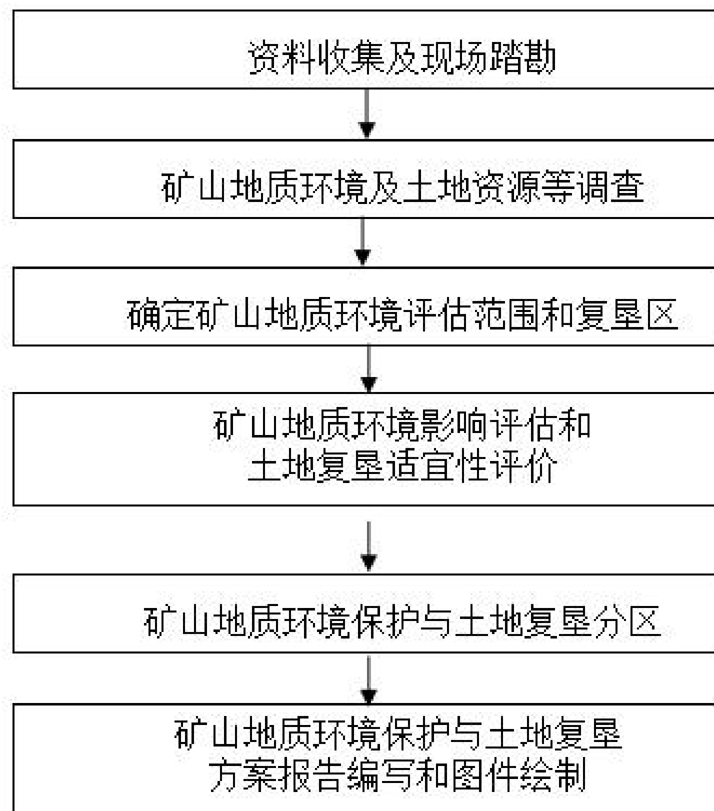


图 0.5-1　工作程序框图

（二）工作方法

根据《矿山地质环境保护规定》、《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》和《土地复垦条例》确定的矿山地质环境保护与土地复垦编制工作的基本要求，在工作中首先明确工作思路，熟悉工作程序，确定工作重点，制定项目实施计划。在资料收集及现场踏勘的基础上，进行矿山地质环境与土地资源利用现状调查；根据调查结果及开采设计方案，进行矿山地质环境影响现状评估、预测评估、场地不稳定地质体危险性评估及土地损毁情况预测；然后进行土地复垦适宜性评价，确定评估范围及复垦目标、划分评估级别及复垦责任范围；在此基础上，进行矿山地质环境保护与土地复垦分区，制定矿山地质环境保护与土地复垦工作措施和工作部署，提出矿山地质环境保护与土地复垦工程，制定监测方案并进行工程设计、工程量测算，经费估算和效益分析。

根据建设工程特点，本次评估工作主要采用收集资料、现场调查及室内综合分析评估的工作方法。

1、资料收集与分析

在现场调查前，收集《府谷县煤化工集团亿隆矿业有限公司亿隆煤矿矿山地质环境保护与恢复治理方案》、《府谷县煤化工集团亿隆矿业有限公司亿隆煤矿矿产资源开发利用方案》及有关亿隆煤矿以往开采情况等资料，初步了解评估区地形地貌、地质构造、岩石结构及煤炭资源储量等相关内容，结合开发利用方案及矿山开采设计，掌握了亿隆煤矿工程建设情况，使得野外调查工作能够有的放矢地开展；通过收集有关评估区不稳定地质体、土地复垦等相关报告资料，了解了评估区地质环境情况，通过对该区遥感影像数据的校正、解译，初步对该区地形地貌特征、土地利用现状、地层岩性出露及植被覆盖状况有了感性认识，确定了以地形地质图作为评估工作底图，以遥感影像及解译图作为野外工作手图。通过对上述资料的整理与初步分析，结合评估规范的要求，确定了需要补充的资料内容、现场调查方法、调查线路和主要调查内容。

2、野外调查

为保证调查全面了解矿区地质环境与土地利用现状、掌握地质环境与土地利用与权属问题，确保调查的准确性和完整性，野外调查采取线路穿越法和地质环境追索相结合的方法进行，采用 1:10000 井上下对照图做底图，参考地形地质图、水文地质图、

土地利用现状图等图件，调查的原则是"逢村必问，村民调查，现场观测"，对地质环境问题点和主要地质现象点进行观测描述，调查其发生时间，基本特征，影响程度，并对主要地质环境问题点和地质现象点进行数码照相和 GPS 定位；针对不同土地利用类型区，挖掘土壤剖面，并采集相应的影像、图片资料，做好文字记录。

（1）矿山地面设施占地范围及用地手续办理情况；

（2）地质环境问题的分布及发育状况、煤矿开采已损毁土地情况；

（3）针对不同土壤和土地利用类型，开挖土壤剖面，采集土壤样本；

（4）矿区范围内植被分布及林灌草的优势群落；

（5）矿区范围内农业种植及牧业养殖情况；

（6）矿区范围内人类工程活动情况；

（7）矿区范围内村庄分布及各村人口，以及村民生活条件；

（8）矿区范围内的水利工程分布及灌溉设施；

（9）依据土地利用现状数据库，调查复核矿区范围内土地权属；

（10）问卷调查。



照片 0.5-2　公众参与调查访问



照片 0.5-3　供水设施调查



照片 0.5-3　无人机拍摄



照片 0.5-4　土壤分层调查

3、室内资料整理及综合分析

在综合分析现有资料和现场调查的基础上，编制府谷县亿隆煤矿矿山地质环境问题现状图、矿区土地利用现状图、矿山地质环境问题预测图、矿区土地损毁预测图、矿区土地复垦规划图、矿山地质环境治理工程部署图、适用期内矿山地质环境治理工程部署图以及适用期内土地复垦工程部署图，以图件形式反映矿山地质环境问题及土地损毁情况的分布、影响程度和治理工程部署。编写《府谷县煤化工集团亿隆矿业有限公司矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）》。

（三）项目开展情况及工作治理评述

1、项目开展情况

陕西地矿区研院有限公司接受任务后，即组织人员开展工作；2024 年 12 月 10 日～2024 年 12 月 20 日搜集资料、大纲编写工作计划；2024 年 10 月 20 日～2024 年 11 月 5 日进行野外调查，2024 年 11 月 5 日～2025 年 1 月 5 日进行资料整理和方案编制。

2025 年 1 月 10 日-2025 年 1 月 20 日进行了野外补充调查，2025 年 2 月 6 日~2025 年 3 月 6 日继续对报告进行了编制；2025 年 3 月 20 日~2025 年 4 月 20 日对报告进行了内审。

2、主要工作量

编制本方案的完成工作量详见表 0.5-2。

表 0.5-2　完成工作量一览表

名称			单位	工程量		备注
调查、评估面积	调查面积		km^2	18.9296		评估范围基础上延伸至第一斜坡带、分水岭或沟谷全流域
	评估面积		km^2	15.0461		开采区外延至沉陷影响区域
	调查线路		km	25.35		道路沿线、地貌单元、地质界线、输电线路、沟道、村庄等
	确定复垦责任面积		hm^2	552.7946		压占已损毁、沉陷已损毁、沉陷拟损毁
资料收集	收集（整理）资料		份	12		矿产资源开发利用方案、地质环境保护与土地复垦方案、验收总结报告、年度实施计划、土地利用现状图等
矿山地质环境调查点	地形地貌点		个	6	41	区内主要地貌类型调查
	不稳定地质体	崩塌	处	7		复核原方案 3 处、大核查 4 处
		地面塌陷	处	3		新增地面塌陷 3 处
	含水层调查点		个	5		民井、水库
	水土环境点		个	4		民井、地表水、矸石周转场、生活垃圾场等
	人类工程活动调查点		个	16		井田周边采矿活动、村庄村镇建设、公路建设、

名称		单位	工程量		备注
					风景区、农业生产活动、输电线路等
土地复垦工作调查点	土地利用现状调查点	个	15	64	评估区内所有二级地类
	矿山地面工程调查点（压占已损毁土地）	个	6		工业场地、排矸场、水源井、供水管线、进场公路、输电线路及塔基等
	土壤剖面开挖点	个	3		旱地、草地、林地
	公众参与调查访问	人	35/40		评估区所有自然村及部分矿区工人
照片及录像	数码照片	张	254		所有调查点配套照片
	无人机录像	min	26		工业场地、排矸场、水源井、供水管线、进场公路、输电线路及塔基、典型地貌、土地、井田周边采矿活动、村庄村镇建设、农业生产活动、输电线路等

3、工作质量评述

本次方案编制工作主要采用了资料收集、野外调查、室内资料整理及综合分析等手段，工作做到了精心组织、精心实施及严格的质量管理程序。公司成立了方案编制项目部和全面质量管理小组。

在方案编制工作开展过程中，项目部对工作的质量进行了严格的要求，按照有关规程、规范严把质量关。野外调查资料详实，数据准确可靠，所获资料完整、准确，为成果报告的编制打下了坚实的基础。工作程序及工作方法符合规范要求。

（四）承诺

矿山企业：我公司（府谷县煤化工集团亿隆矿业有限公司）委托陕西地矿区研院有限公司开展亿隆煤矿矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）编制工作，提供方案编制所需资料及数据，我公司承诺对方案编制所提供的资料及数据的真实性、科学性负责，并承诺对提供的资料负法律责任。

编制单位：我单位（陕西地矿区研院有限公司）收集的资料及数据主要来源于矿山企业，野外调查数据及资料来自于项目组实地外业调查。我单位承诺对本方案中相关数据的真实性、科学性及结论的可靠性负责，并承诺对报告中涉及内容负法律责任。

第一章　矿山基本情况

一、矿山简介

（一）矿山基本情况简介

矿山名称：亿隆煤矿

矿山企业：府谷县煤化工集团亿隆矿业有限公司

建设地点：陕西省府谷县

证　　号：C6100002011021120108064

建设规模：生产能力 1.2Mt/a

开采矿种：煤

开采方式：地下开采

开采煤层：2^{-2}、3^{-1}、3^{-2}

开采标高：+1240～+1115m

井田面积：13.9861km^2

采矿证期限：2024 年 3 月 19 日至 2025 年 4 月 14 日

（二）矿山地理位置及交通

亿隆煤矿位于陕北侏罗纪煤田神府矿区三道沟井田，东南距府谷县城约 50km，行政区划隶属府谷县老高川镇管辖。其地理坐标为东经　　　　　　　　　　，北纬　　　　　　　　　　。矿山进场道路与井田南部边界部野（芦沟）～大（昌汉）公路相通，向东南与府（谷）～店（塔）公路相接。神（木）～朔（州）、神（木）～包（头）铁路分别从亿隆煤矿南部和西部通过。交通较便利。矿井交通位置图见图 1.1-1。

亿隆煤矿始建于 2008 年，为府谷县三道沟乡第二煤矿、府谷县老高川乡办第一煤矿及府谷县三道沟乡张明沟煤矿整合扩大而成，根据陕西省国土资源厅颁发的采矿许可证，亿隆煤矿整合后矿权范围由 19 个拐点坐标圈定，矿区面积约 13.9861km^2，批准开采 2^{-2}、3^{-1}、3^{-2} 煤层，开采标高为+1240m～+1150m，矿井生产规模 1.20Mt/a。

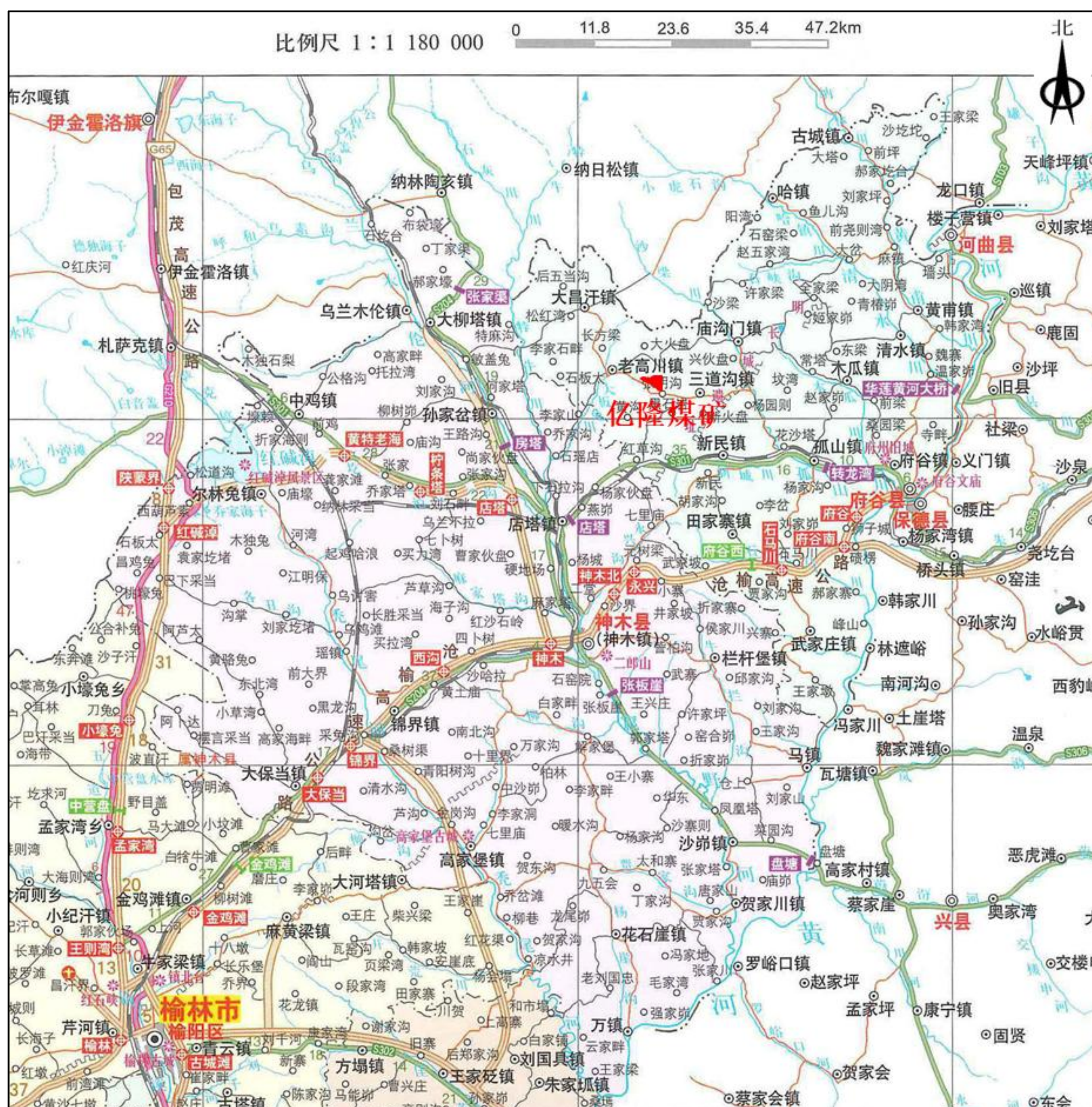


图 1.1-1　交通位置图

（三）周边矿权设置

亿隆煤矿北部与陕西省府谷县国能矿业有限公司、府谷县华秦煤矿有限公司、府谷县老高川镇横益煤矿相邻，南部与府谷县顺垣煤矿、府谷县三道沟乡张明沟煤矿，东部为三道沟井田，周边煤矿均已建成，现矿山已停产。由于矿区边界重合重叠区域中，亿隆煤矿采矿权批准开采上面 3 层（2^{-2}、3^{-1}、3^{-2} 号），而三道沟煤矿预留区中开采 4、5 号煤层（4^{-3}、4^{-4}、$5^{-2上}$、5^{-2} 四层）。矿权分布示意图见图 1.1-2。周边煤矿开采概况见表 1.1-1。

表 1.1-1　周边矿山概况表

煤矿	规模（万吨）	开采煤层	生产情况
府谷县老高川乡恒益煤矿	90	2^{-2}、3^{-1}、3^{-2}	生产矿山
府谷县华秦煤矿有限公司	90	2^{-2}、3^{-1}、3^{-2}	生产矿山
陕西省府谷县国能矿业有限公司	120	2^{-2}、3^{-2}	生产矿山
府谷县三道沟乡张明沟煤矿	45	2^{-2}、3^{-1}	生产矿山
府谷县顺垣煤矿	60	2^{-2}、3^{-2}	生产矿山

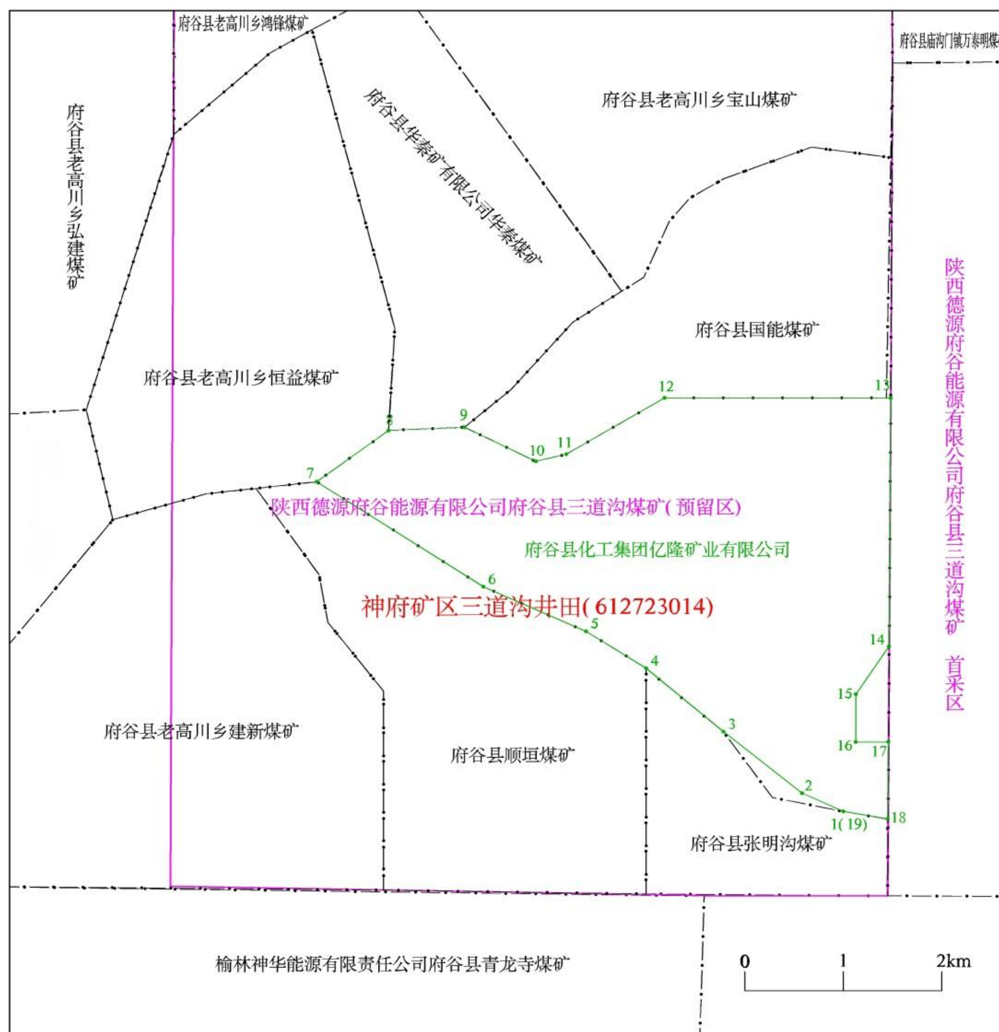


图 1.1-2　矿权分布示意图

二、矿区范围及拐点坐标

根据陕西省自然资源厅于 2024 年 03 月 19 日颁发的“采矿许可证（C6100002011021120108064）”，有效期至 2025 年 04 月 14 日，亿隆煤矿由 19 个拐点坐标圈定范围（见表 1.2-1），开采矿种为煤，开采标高 1240m 至 1155m，规划生产能力为 1.2Mt/a，面积 13.9861km^2，矿权范围图见图 1.1-3。

表 1.2-1 亿隆井田坐标一览表

序号	2000 国家大地坐标系		序号	2000 国家大地坐标系	
	横坐标（X）	纵坐标（Y）		横坐标（X）	纵坐标（Y）
1			11		
2			12		
3			13		
4			14		
5			15		
6			16		
7			17		
8			18		
9			19		
10					

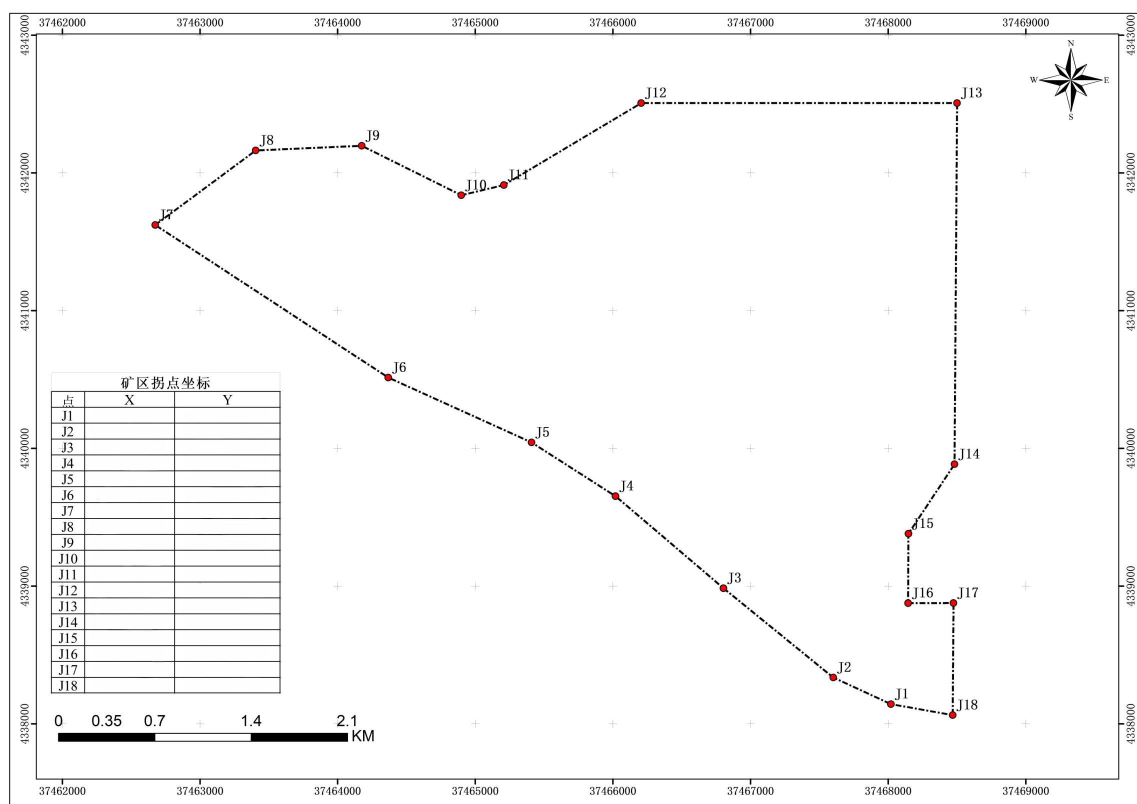


图 1.1-3 矿区范围图

三、矿山开发利用方案概述

亿隆开采矿种为煤，开采方式为地下开采，生产规模 1.20Mt/a，，面积 13.9861km^2，获准开采 2^{-2}、3^{-1}、3^{-2} 号煤层。开采标高从+1155m 至+1240m。矿井工业资源量为 960.7 万吨，矿井设计资源量为 667.0 万吨，矿井设计可采资源量为 496.1 万吨。本矿井目前停产，工业场地位于井田中东部，在工业场地内布置有主斜井、副斜井和回风斜井。

煤矿共布置有三条井筒，即主斜井、副斜井和回风斜井，全井田只设置一个开采水平，水平设在 2^{-2} 号煤层，水平标高确定为+1210m。3^{-2} 煤层划分 2 个盘区为 131 盘区和 132 盘区。本次方案盘区开采顺序为：131 盘区→132 盘区，最后进行大巷和工业场地保护煤柱的回收。矿井采用长壁综合机械化采煤方法，全部垮落法管理顶板。矿井按照“一井一区一面”的模式保证矿井 1.20Mt/a 的生产能力。本次方案确定矿井的开采盘区为 131、132 盘区，开采工作面为 13101-13104、13201-13205 工作面。

（一）建设规模

亿隆煤矿设计生产规模 1.20Mt/a，对照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T0223-2011)附录 D，本矿山属大型煤矿。

（三）开采煤层、矿山资源及储量

1、开采煤层

根据《府谷县煤化工集团亿隆矿业有限公司亿隆煤矿矿产资源开发利用方案》，结合亿隆煤矿实际生产情况，矿区内可采煤层为 2^{-2} 和 3^{-2} 煤层，截止 2024 年 6 月井下 2^{-2} 煤层已开采完毕，仅剩下中央大巷煤柱未进行回收，矿井正在准备本矿井 3^{-2} 煤层的开拓

2、矿山设计可采储量

根据西安地质矿产勘查开发院有限公司 2024 年 6 月编制的《陕西省府谷县煤化工集团亿隆矿业有限公司煤矿资源储量核实报告》及评审备案的复函(陕自然资矿保备[2024]1766 号)，截止 2024 年 3 月 31 日，亿隆煤矿范围内参加资源量估算的 2^{-2}、3^{-2} 两层可采煤层累计查明资源量为　　万吨（2^{-2} 煤层　　万吨、3^{-2} 煤层　　万吨），累计动用量　　万吨。保有资源量为　　万吨，其中探明资源量　　万吨；控制资源量　　万吨；推断资源量　　万吨。

根据府谷县自然资源和规划局 2025 年 2 月 25 日出具的《府谷县自然资源和规划局关于府谷县煤化工集团亿隆矿业有限公司资源量情况说明》，亿隆煤矿井田范围内累计查明资源量为　　万吨，截止 2024 年 12 月 31 日，该矿累计动用资源量　　万吨，矿井保有资源量　　万吨，其中探明资源量　　万吨；控制资源量　　万吨；推断资源量　　万吨。本矿井工业资源量为　　万吨，矿井设计资源量为　　万吨，煤矿设计可采资源量为　　万吨。

（二）地面建设工程布局

亿隆煤矿地面配套设施主要为工业场地、炸药库、排矸场及场外道路等。2015 年煤矿已完成地面设施建设，上述设施均为已有工程，煤矿现处于停产期，地面工程总布置图见图 1.3-1。地面工程占地面积统计见表 1.3-1。

表 1.3-1 亿隆煤矿地面设施占地情况

项目	单位	用地面积		合计	权属	备注
		永久性建设用地	临时用地			
工业场地	hm^2	15.8487	2.7402	18.5889	亿隆煤矿	榆政国土资预审字〔2013〕100 号
炸药库	hm^2	/	0.1132/	0.1132	亿隆煤矿	已办理临时用地相关文件
排矸场	hm^2	/	2.7957	2.7957		原遗留问题，已封场不再使用，计划复垦
进场道路	hm^2	/	4.21	4.21		利用社会道路
合计	hm^2	15.8487	9.8591	25.7078		

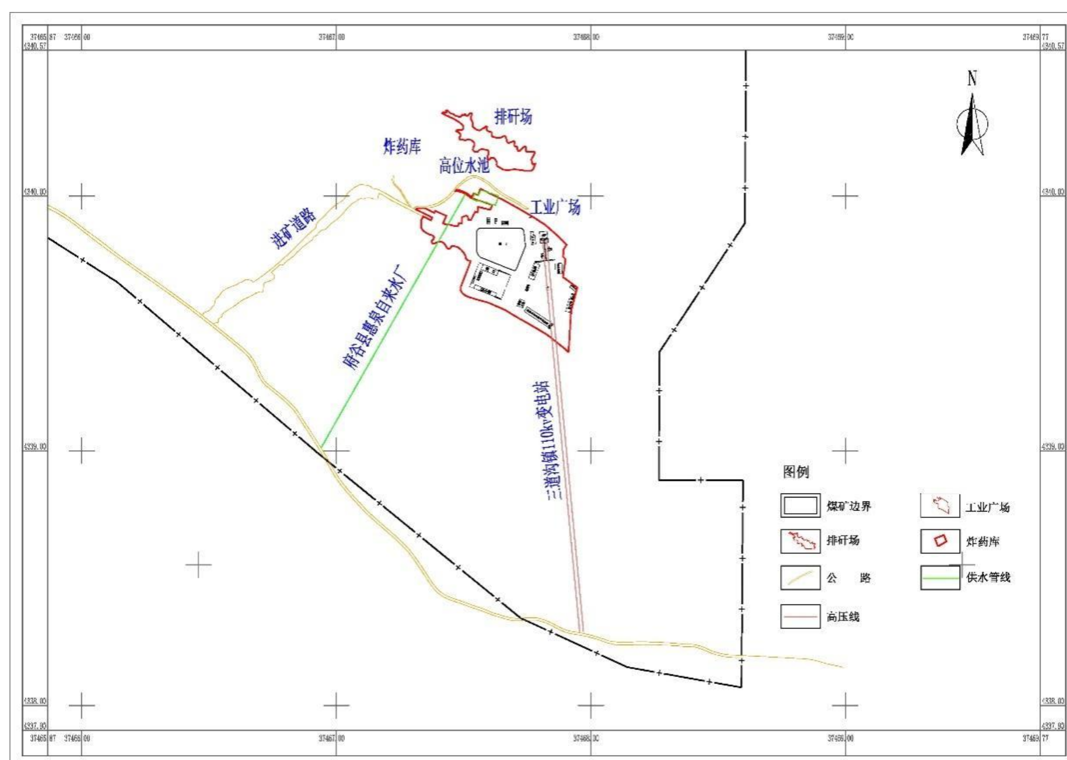


图 1.3-1 亿隆煤矿地面总布置示意图

1、工业场地

工业场地位于井田的东南部，占地面积为 18.5889hm²，工业场地平面布置见照片 1.3-1-1.3-11、图 1.3-2。工业场地划分为四个功能区：主井生产区、副井辅助生产区、

风井生产区、行政福利区。工业场地分两个平台布置，主井生产区、风井生产区、行政福利区位于高程在 1270m 左右的平台；副井生产区位于高程在 1243m 左右的平台。

（1）主斜井生产区

主斜井生产区位于工业场地的中北部，该区主要设施布置有主斜井驱动机房、空压机房，产品仓，另外还有 35KV 变电所、井下水处理站、主斜井输煤皮带走廊、产品仓（产品煤分末煤、块煤两类）装运煤场地，布置在主斜井井口的北部，35KV 变电所布置在主井井口的东南部。

（2）副井辅助生产区

副井辅助生产区位于工业场地的东部，主要设施布置有锅炉房、生活污水处理站、浴室灯房任务交待室联合建筑、机修车间及油脂库、材料库、坑木加工房、井下水处理站（包括调节沉淀处理间、污泥提升泵房、污泥池、中间水池、综合水处理间、复用水池、复用水提升泵房、两个井下消防洒水水池）等组成。

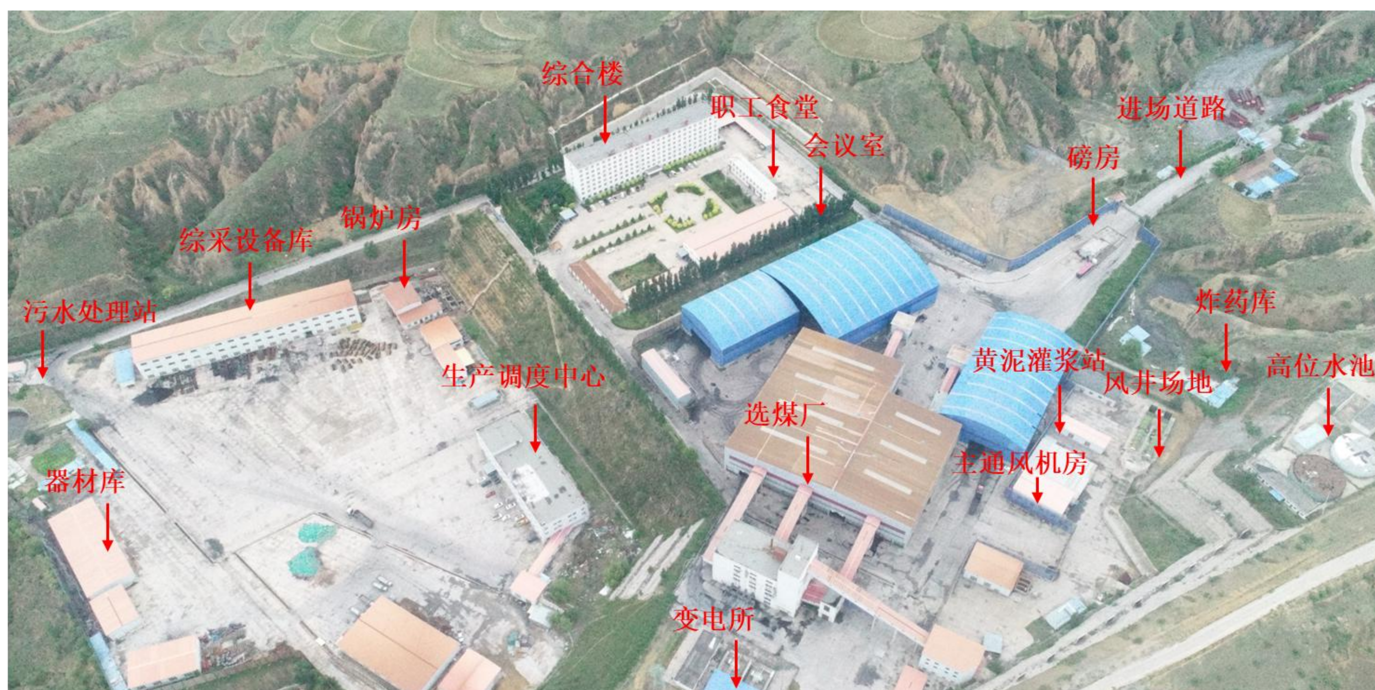
锅炉房布置在辅助生产区的西侧；生活污水处理站和井下水处理站布置在辅助生产区的西南部；浴室灯房任务交待室联合建筑布置在副井口的西南侧并紧邻副井口；综采设备库、机修车间布置在辅助生产区场地东部；材料库分布在辅助生产区场地东部；坑木加工房布置在辅助生产区的东部，与机修车间、材料库、综采设备库一起形成“U”区域。

（3）行政福利区

行政福利区位于工业场地西南部，布置的主要建筑设施有办公楼、汽车库、单身公寓、食堂，职工活动中心等建筑物。

（4）风井生产区

风井生产区位于矿井工业场地的西北，布置的主要建筑有通风机房及其配电室。



照片 1.3-1　亿隆煤矿工业场地总布置（镜向 245°）



照片 1.3-1　选煤厂（镜向 340°）



照片 1.3-2　综合楼（镜向 190°）



照片 1.3-3　幅斜井（镜向 160°）



照片 1.3-4　地面变电所（150°）



照片 1.3-5　生产调度中心（镜向 230°）



照片 1.3-6　风井场地（镜向 100°）



照片 1.3-7　餐饮部（镜向 10°）



照片 1.3-8　磅房（镜向 80°）



照片 1.3-9　黄泥灌浆站（镜向 75°）



照片 1.3-10　锅炉房（镜向 280°）



照片 1.3-10　生活污水处理站（镜向 290°）



照片 1.3-11　主通风机房（镜向 80°）

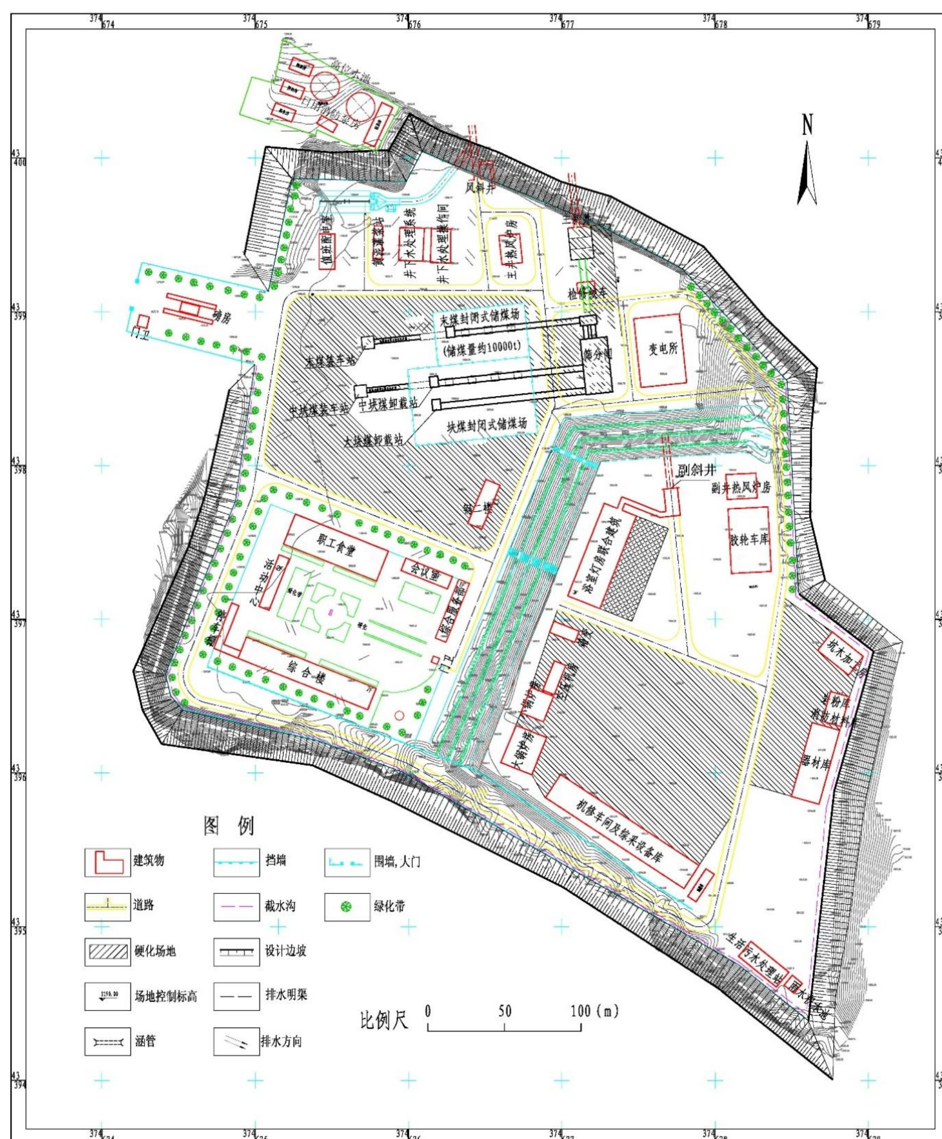


图 1.3-2　工业场地平面图

2、炸药库

矿井炸药库场地建在在工业场地以西方向地势低洼的自然沟系中，距离东侧的主井场地 350 米处，占地面积 0.1132hm²，根据现状调查发现，炸药库外围墙体开裂，炸药库进场道路开裂，炸药库已废弃（照片 1.3-11）。



照片 1.3-11　炸药库（镜向 320°）

3、排矸场

排矸场位于工业场地东北方向地势低洼的自然沟系中，距离北侧的风井场地 0.2km 处。占地面积 2.7957hm²，地类为灌木林地和其他草地，排矸场平面布置见图 1.3-3。自 2011 年与砖厂签订合作后，煤矿生产产生的矸石全部运往制砖厂 100%利用，未将矸石堆放排矸场，现阶段已封场不再使用，计划复垦（照片 1.3-12）。

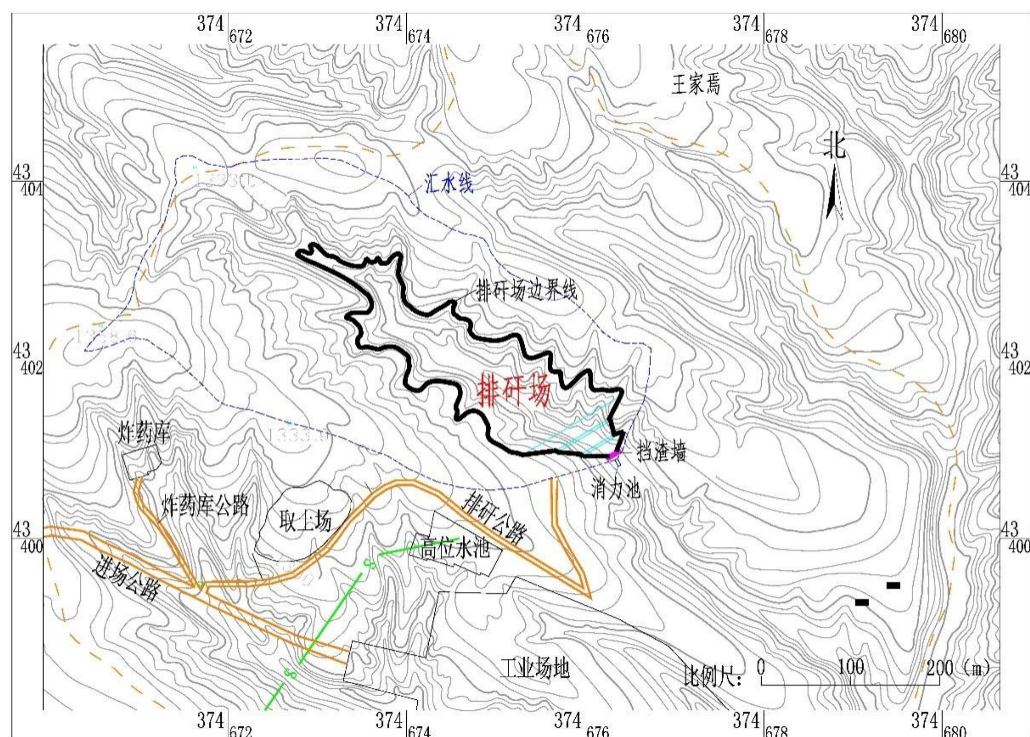


图 1.3-3　排矸场平面布置图




照片 1.3-12　排矸场（镜向 160°）　　**照片 1.3-13　排矸场（镜向 43°）**

4、高位水池

高位水池布置在工业场地以外西北方向距广场北端 50m，主要设有两个日用消防水池各 400m^3，标高为 1298m。占地面积为 0.39hm^2（照片 1.3-14）。




照片 1.3-14　高位水池（镜向 305°）

5、场外道路

本矿井场外道路包括进场公路、排矸公路、风井公路及炸药库道路（照片 1.3-15、1.3-16）。

（1）进场公路

矿井工业场地进场道路由南侧既有公路接入，向北至工业场地各大门，全长 1.18km，道路采用二级场外道路标准，路基宽 12.0m，路面宽 9.0m，道路为沥青混凝土路面，路面结构为：面层沥青混凝土厚 10cm，基层水泥稳定砂砾厚 20cm，垫层级配碎石厚 30cm。

（2）排矸公路

排矸公路由南侧进场公路接入，向西北至排矸场，全长 0.66km，道路采用四级场外道路标准，路基宽 7m，路面宽 6.0m，路面结构为：面层沥青表处厚 4cm，基层水

泥稳定砂砾厚 20cm，垫层级配碎石厚 30cm。

（3）炸药库公路

炸药库公路由工业场地进场道路向西至炸药库工业场地大门，该道路全长 0.14km，采用辅助道路标准，路基宽 5m，路面宽 3.5m，路面结构为：泥结碎石厚 18cm。



照片 1.3-15　进场道路（镜向 10°）



照片 1.3-16 矿区道路（镜向 15°）

6、电源

矿井工业场地内建有一座 35kV 变电所，两回 35kV 电源引自三道沟 110kV 变电站 35kV 侧不同母线段，架空线选用 LGJ-120，线路全长 2×1.6km，共有线塔 16 座，每座占地面积约 $8m^2$，高压线杆临时压占土地约 $0.01hm^2$。



照片 1.3-17　地面变电所（镜向 95°）



照片 1.3-18　输电线路（镜向 95°）

7、水源

矿井工业场地生产、生活用水水源采用府谷县惠泉水务有限责任公司的自来水，工业场地附近的高地设有：高位日用消防水池两座（圆形），每座水池容积为 $400m^3$，采用静压供水至地面工业广场各用水地点。

8、征占地及租地情况

煤矿占地总面积为 $25.7078hm^2$，其中工业场地永久占地 $18.5889hm^2$，永久占地已

于 2016 年 8 月获得建设用地批复；其它设施（排矸场、炸药库、进场公路、炸药库公路、排矸公路、高压供电线路等）均为临时占地，占地面积合计 7.1289hm^2。

（四）井下工程

1、矿井开拓方式

本矿井目前采用斜井开拓方式，在工业场地内布置主斜井、副斜井和回风斜井。煤矿现有的井筒能够满足矿井 1.20Mt/a 的生产需要。开拓方式见图 1-6～9。

2、开采水平

全井田只设置一个开采水平，水平设在 2^{-2} 煤层，水平标高确定为+1210m。三条斜井落底后以在煤矿中部 2^{-2} 煤层中布置水平中央大巷，在井底附近并垂直于 2-2 煤层水平中央大巷南向布置东翼大巷，开采煤矿东部 2^{-2} 煤层；在中央大巷尽头设置 2^{-2} 煤至 3^{-2} 煤斜巷至 3^{-2} 煤层，并沿 3^{-2} 煤层中部东西向设置 131 盘区巷和 3^{-2} 煤层东部可采边界南北向设置 132 盘区巷，开采 3^{-2} 煤层。

3、井筒及大巷布置

目前，煤矿共布置有三条井筒，即主斜井、副斜井和回风斜井，三条井筒均正常使用，状态良好，本次方案不作调整，直接利用，各井筒特征及装备情况如下：

主斜井：井筒长度 337m，倾角 11°，净宽 5.0m、净断面 16.82m^2，井筒内装备带式输送机，主要担负矿井原煤提升任务，兼作进风和矿井安全出口。

副斜井：井筒长度 387.8m，倾角 5°，净宽 5.2m，净断面积 18.9m^2，采用无轨胶轮车承担提矸、下料，兼作进风和矿井安全出口。

回风斜井：井筒长度 263.1m，倾角 11°，净宽 4.0m，净断面积 13.1m^2，担负全矿井回风任务，兼作矿井安全出口。

本次方案主斜井、副斜井和回风斜井井筒设置及特征与原开发利用方案一致。主要区别在于主斜井倾角从原方案的 14°调整为 11°，井筒净宽从原方案的 4.6m 调整为 5.0m，长度从原方案的 270m 调整为 337m；副斜井长度从原方案的 402m 调整为 387.8m；回风斜井长度从原方案的 314m 调整为 263.1m。

在 2^{-2} 号煤层中布置一组水平中央大巷和东翼大巷，开采 2^{-2} 煤层；在中央大巷尽头设置 2^{-2} 煤至 3^{-2} 煤斜巷至 3^{-2} 煤层，并沿 3^{-2} 煤层中部东西向设置 131 盘区巷和 3^{-2} 煤层东部可采边界南北向设置 132 盘区巷，开采 3^{-2} 煤层。

4、采区划分及开采顺序

根据矿井开拓现状，全井田划分为 5 个盘区，2^{-2} 煤层划分 3 个盘区分别为 121、122、123 盘区，3^{-2} 煤层划分 2 个盘区为 131 盘区和 132 盘区。

根据矿井开拓现状，井下 2^{-2} 煤层可以正规布置综采的区域已开采完毕仅剩下中央大巷煤柱未进行回收，矿井正在准备 3^{-2} 煤层的开拓。3^{-2} 煤层划分 2 个盘区，分别为 131 和 132 盘区。本次方案盘区开采顺序为：131 盘区→132 盘区，最后进行大巷和工业场地保护煤柱的回收。按照“一井一区一面”的模式保证矿井 1.20Mt/a 的生产能力。131 盘区开采工作面为：13101-13104 工作面，132 盘区开采工作面为：13201-13205 工作面，盘区接续见表 1.3-3，工作面接续间表 1.3-4，工作面分布图见图 1.3-4。

表 1.3-3　煤矿盘区接续计划表

序号	开采区域名称	工业资源量（万吨）	可采资源量（万吨）	生产能力（万吨/年）	开采（年）	开采年限											
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	131 盘区	179.9	118.5	120	0.7												
2	132 盘区	405.1	276.5	120	1.8												
3	煤柱回收	375.7	101.1	120	0.7												
4	合计			120	3.2												

表 1.3-4　盘区工作面接续计划表

工作面 / 年份	13101	13102	13103	13104	13201	13202	13203	13204	13205	煤柱
2025										
2026										
2027										
2028										
2029										

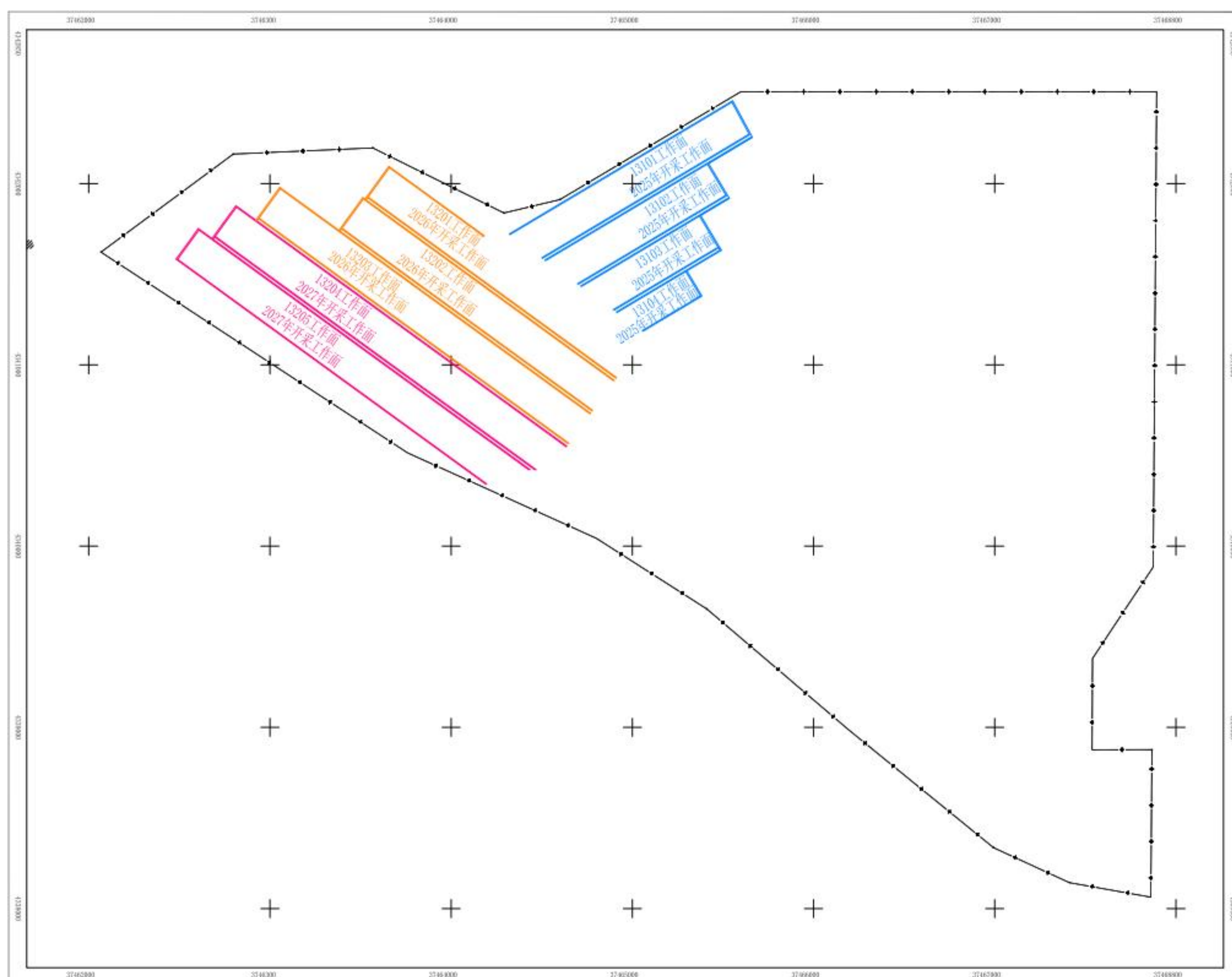


图 1.3-4　工作面分布图

5、采煤方法及顶板管理方法

结合各煤矿赋存情况，各煤层均适宜采用长壁式机械化开采，全部垮落法管理顶板。从实际情况来看，目前采用的采煤方法适应性好，本方案各煤层仍采用一次采全高综合机械化采煤法，全部垮落法管理顶板。

6、工作面参数

根据近年来对我国部分矿井，特别是本矿区矿井的实际情况，目前我国综采工作面面长在 100～300m 之间，结合矿井实际生产情况，确定工作面长度与 131 盘区设计保持一致为 200m。131 盘区内 3^{-2} 煤层可采厚度 0.80～1.30m，平均 1.07m。结合本矿井的具体条件，设计确定工作面采高 1.5m，割约 0.43m 厚的底板岩石。

随着工作面推进速度的加快、单产的提高，为减少工作面搬家次数，近年来矿井工作面推进长度不断增加。由早期综采工作面推进长度不超过 1000m 发展到了 3000～5000m。结合煤矿开拓布局方式和目前现场实际生产情况，确定本矿井回采工

作面推进长度为 1500m 左右。

7、通风方式

根据井田的开拓方式，本矿井采用中央并列式通风系统，抽出式通风方式。主斜井、副斜井进风，回风斜井回风。主要通风机的工作方法为机械抽出式。

8、安全煤柱留设

本方案地面永久煤柱主要包括井田境界煤柱、野大公路保护煤柱、村庄保护煤柱、煤层露头保护煤柱、火烧区边界保护煤柱、采空区隔离煤柱。

矿井工业场地及主斜井、副斜井、回风斜井井筒均位于煤矿内，需留设安全煤柱；煤矿范围内较大的村庄（石岩畔村等）由于搬迁成本较高，搬迁难度大，本次设计与原设计保持一致按照留设保护煤柱考虑，井田内零散住户，设计按搬迁考虑，不留设安全煤柱。为了保证井下采掘作业安全，对井田内已经开采区域、煤层露头和火烧区留设保护煤柱。为了保证地面车辆及人员运输便利和安全，对井田范围内的野大公路留设保护煤柱。煤矿范围内无自然保护区、文物或其他军用设施等。

（1）井田境界煤柱

煤矿水文地质类型划分为中等型，井田境界煤柱按 40m 留设，设计在本矿井境界一侧留设 20m 宽的井田境界煤柱，与原方案和实际留设保持一致。

（2）野大公路保护煤柱

野大公路从井田西南部边界通过，该公路为二级公路，无压覆报告，野大公路保护煤柱采用垂直剖面法进行计算，保护等级为III级，围护带宽度 10m。野大公路地下煤层埋藏深度为 48~105m，其中松散层埋深 20m。根据煤矿实际情况，松散层移动角取 45°，基岩移动角取 71°，野大公路保护煤柱宽度为 40~60m。

（3）村庄保护煤柱

村庄保护煤柱采用垂直剖面法进行计算，村庄保护等级为III级，围护带宽度 10m 村庄地下煤层埋藏深度为 33~92m，其中松散层埋深 20m，村庄保护煤柱宽度为 35~55m。

（4）煤层露头保护煤柱

本矿井 2^{-2} 和 3^{-2} 煤西部部分区域出露至地表，为防止漏风及地表水灌入井下，需留煤层露头保护煤柱，2^{-2} 煤露头保护煤柱宽度为 10.7m，3^{-2} 煤露头保护煤柱宽度为 5.4m。设计与原方案和实际留设保持一致，取 50m。

（5）火烧区边界保护煤柱

本矿井 2^{-2} 煤西北部存在煤层氧化火烧区，为防止漏风及地表水灌入井下，需留设火烧区边界保护煤柱 10.7m。设计与原方案和实际留设保持一致，取 50m。

（6）采空区隔离煤柱

本矿井 2^{-2} 煤中存在有采空区，为防止采空区内有毒有害气体及积水的涌出，采空区隔离煤柱 13.1m，设计与原方案和实际留设保持一致，取 50m。

（7）工业场地及井筒保护煤柱

本矿井目前共有 1 处场地和 3 条井筒，各井筒均位于工业场地内。工业场地及井筒保护煤柱宽度为 49.8m，设计与原方案和实际留设保持一致，取 50m。

（8）主要巷道保护煤柱

煤矿主要巷道均位于煤层中，2^{-2} 煤主要巷道保护煤柱宽度为 20.1m，3^{-2} 煤主要巷道保护煤柱宽度为 21.5m，与原方案和实际留设保持一致，设计统一取 30m。

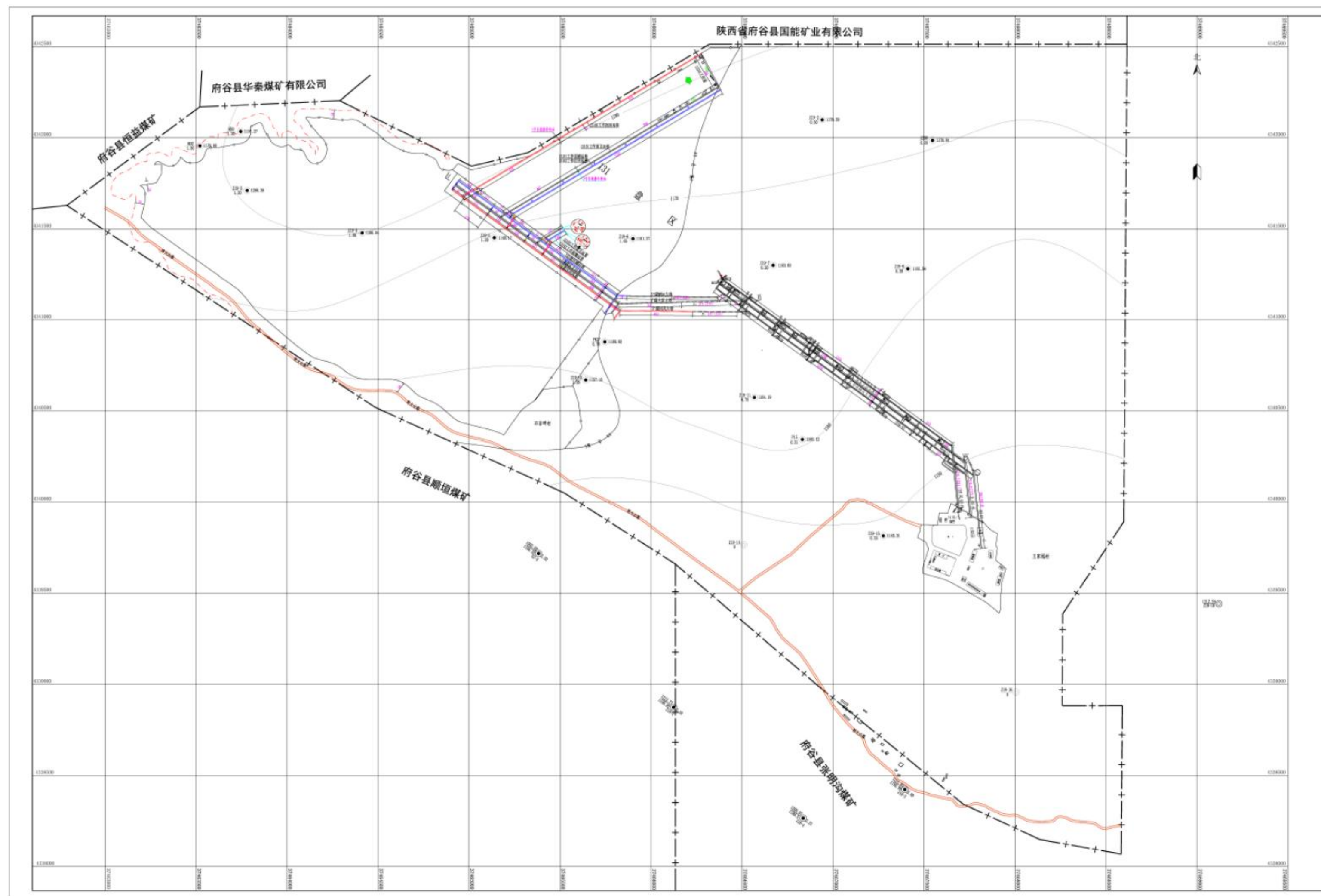


图 1.3-4　3^{-2}井田开拓方式平面图

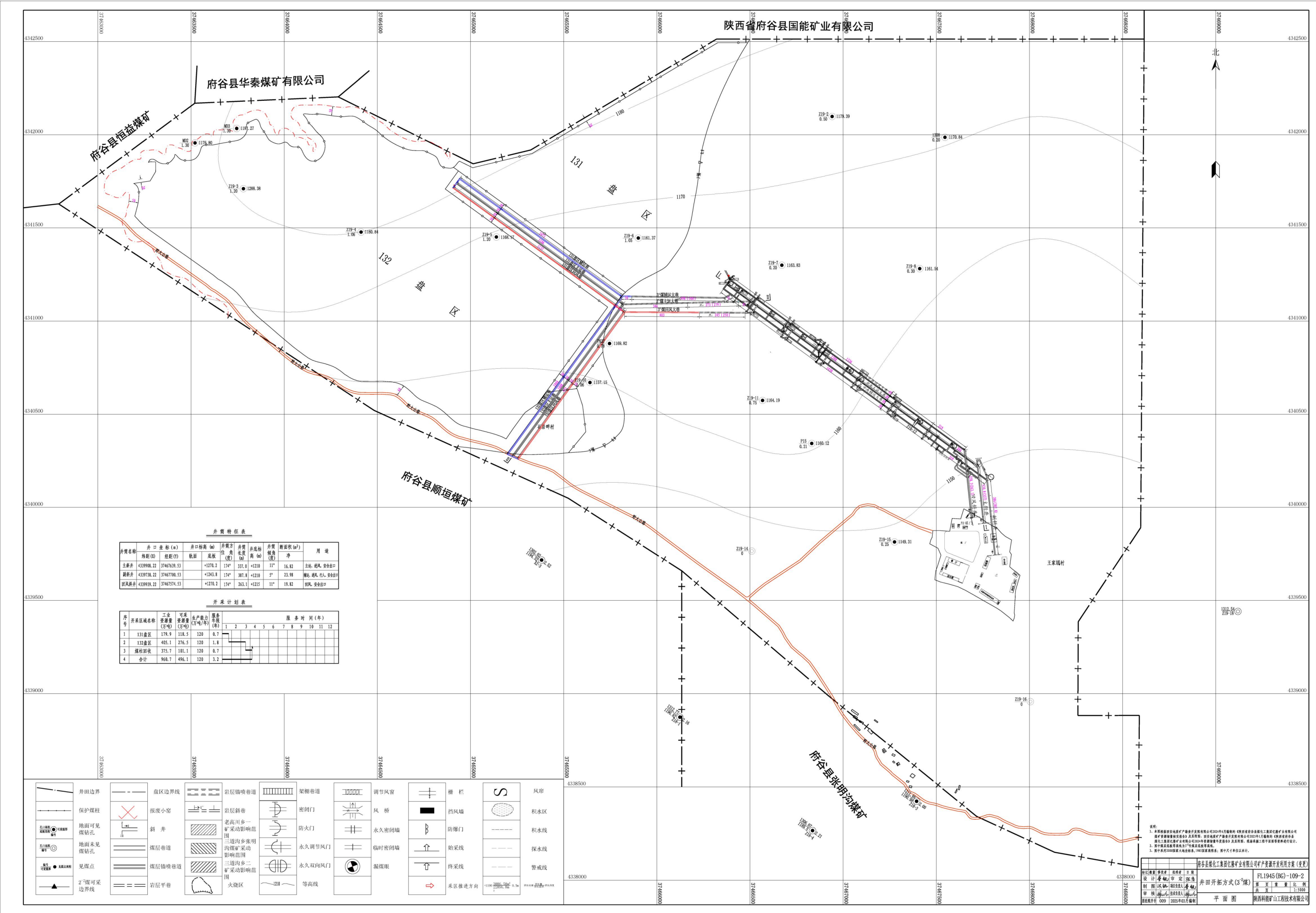


图 1.3-5　3^{-2} 煤层保护煤柱留设平面图

图 1.3-6　井田开拓方式 1-1 剖面图

图 1.3-6　井田开拓方式 2-2 剖面图

四、矿山开采历史及现状

（一）矿山开采历史

亿隆煤矿为资源整合新建矿山，整合前井田内有三处矿权，即原生产矿井为府谷县老高川乡煤矿、三道沟乡张明沟煤矿和三道沟乡第二煤矿，2016 年 11 月 1 日，陕西省煤炭生产安全监督管理局下发《关于府谷县煤化工集团亿隆矿业有限公司资源整合项目竣工验收结果的批复》（陕煤局复[2016]74 号），同意该矿 1.20Mt/a 资源整合建设项目通过竣工验收。矿井正式投入生产。整合前后井田相对位置见图 1.4-1。



图 1.4-1　整合前后井田相对位置图

因煤矿原开采范围与“杜松保护区”存在重叠，2024 年 3 月，煤矿退出了与杜松保护区重叠区域的矿权，矿区面积由原方案的 14.3625km^2 缩减至 13.9861km^2。见图 1.4-2 煤矿现亿隆煤矿原采矿许可证和现有采矿许可证开采范围示意图。

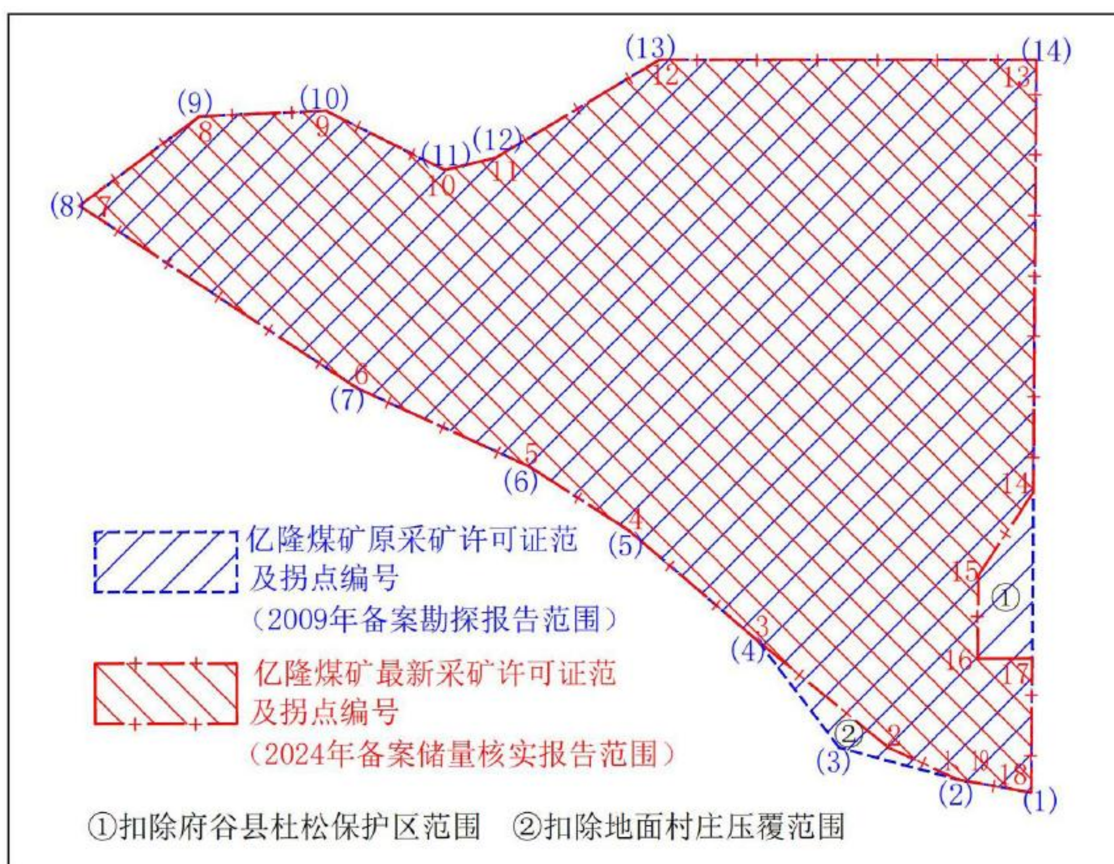


图 1.4-2 煤矿现亿隆煤矿原采矿许可证和现有采矿许可证开采范围示意图

（二）开采现状

上期适用期内煤矿正常生产，开采了 2^{-2} 煤中南部的 121 盘区 12101~12107 综采工作面；中北部的 123 盘区 12301、12302、12303、12303-2、12304-2、123(B)04~123(B)06 工作面；南部的 122 盘区 12201、12202 综采工作面。

亿隆煤矿可采煤层 2 层，为 2^{-2}、3^{-2} 煤层，主采 3^{-2} 号煤层。根据煤矿最新提供的采掘工程平面图，截止 2024 年 3 月底，煤矿 2^{-2} 号煤层中南部的 121 盘区 12101～12107 综采工作面已回采结束；中北部的 123 盘区 12301、12302、12303、12303-2、12304-2、123（B）04～123（B）06 工作面已回采结束；南部的 122 盘区 12201、12202 综采工作面已回采结束，目前正在回采 12203 工作面。截止 2024 年 3 月 31 日，亿隆煤矿累计动用量　　万吨，其中 2015-2024 年 3 月底，矿山共动用　　万吨，剩余　　万吨为备案前采空及新发现采空区。

目前井下 2^{-2} 煤层已开采完毕，仅剩下中央大巷煤柱未进行回收，矿井正在准备 3^{-2} 煤层的开拓。井下未布置采煤工作面进行生产。

表 1.4-1　方案适用期（2025-2029 年）3-2 煤层工作面接续计划表

工作面 年份	13101	13102	13103	13104	13201	13202	13203	13204	13205	煤柱
2025										
2026										
2027										
2028										
2029										

（三）矿山地质环境现状

矿区内为黄土梁峁地貌，地形复杂、沟壑纵横。矿区位于窟野河三级水文地质单元的东坡中，矿山范围内北东高，南西低。地貌分为黄土丘陵（黄土梁、黄土峁与黄土沟谷）地貌。

根据现场调查情况，亿隆煤矿已完成的地质环境治理和土地复垦工程包括灾害点治理、道路修复、地面塌陷区土地复垦、矸石山治理、矿山地质环境监测等方面，通过以上工程的治理，将使区内土地资源得到良好利用，植被得到恢复增加，改善区内地质环境质量，加上后期合理适当的监测、管护措施，吸引周边动物群落的回迁，增加动植物群落多样性，实现动植物生态系统的多样性和稳定性。

根据现状调查，并结合《详查报告》等，评估区内发育不稳定地质体 6 处，其中三处为上期《两案》不稳定地质体 B5、B6、B10，计划纳入本方案，新发现地面塌陷 3 处（TX1、TX2、TX3）。

图 1.4-2　亿隆煤矿已开采工作面（井上井下对照图）

第二章　矿区基础信息

一、矿区自然地理

（一）气象

本区地处西北内陆，属干旱半干旱大陆性季风气候，该区春暖干燥，气温回升快，降水较少，多大风及风沙天气，易起沙尘；夏季炎热多雨，日温差大，7、8 两个月多雷阵雨及阵性大风天气；秋季凉爽湿润，气温下降快，10 月份后降水速减；冬季寒冷干燥，雨雪稀少，且封冻期较长，季节性冻土最大冻深 143cm，冬季至春末夏初多风，平均风速为 2.5m/s，最大风速 18.7m/s，风向多为南西；年平均气温 7.3～9℃，年平均气温差 32.5℃。

近 20 年来年平均降雨量 490.43mm，主要集中在 7-8 月份，降雨量约占年降雨量的 60～70%。年平均蒸发量为 2022.7mm，年平均相对湿度 56.32%，年平均绝对湿度 7.65mm，属湿度过低带或微湿度带，最大冻土深度 143cm，无霜期约 190 天，最大风速 19m/s。

府谷县年平均降雨量 537.3mm，年最大降雨量 653.2mm（2017 年）年最小降雨量 355.4mm（2020 年）（见图 2.1-1），府谷县地处中温带半干旱地区，是 400mm 降水的边缘地带，降水量不足，年蒸发量 2022.7mm，相当降水量的 3.7 倍(图 2.1-1)。

年内降水量变化大，年内降水主要集中在 7-9 月份，占总量的 69%，尤以 7 月份最多，平均为 122.91mm，约占总量的 25%，并多以暴雨形式出现，易造成洪灾。历年降水强度差异很大，如 7 月份最大降水量 227.2mm（2022 年），最小仅为 4.8mm（2023 年）。

表 2.1-1　府谷县 2005 年至 2024 年间降雨量统计表

县区	年月	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年
府谷县	1 月	2.7	10.9	0	8.4	0	0	0.4	6.2	0.5	0
	2 月	9.6	7.3	12.3	3.0	7.5	14.5	13.9	2.5	0.8	7.3
	3 月	5.0	1.0	34.5	21.8	18.2	35.8	1.4	29.2	0.7	6.6
	4 月	29.4	19.3	23.2	35.7	12.1	42.8	29.2	23.9	18.4	31.9
	5 月	65.6	75.3	63.1	14.6	39.6	50.5	85.7	47.3	25.6	30.7
	6 月	29.6	45.9	44.9	89.1	15.7	52.5	10.5	81.0	134.3	64.1
	7 月	52.8	117.8	124.8	48.0	118.2	45.5	89.1	119.7	203.2	106.3
	8 月	95.0	128.1	128.5	67.50	118.3	211.7	113.8	64.5	55.5	102
	9 月	71.2	26.1	66.8	115.0	153.4	101.4	77.4	109.1	140	72.8
	10 月	11.4	31.6	113.4	19.1	38.6	36.7	34.3	36.6	4.6	36.3
	11 月	2.6	11.6	3.2	2.3	44.5	0.3	85.2	31.0	55.5	102
	12 月	5.1	3.4	7.1	0.6	0.7	0	0.4	4.9	140	72.8
年降雨量		380	478.3	621.8	425.1	566.8	591.7	541.3	555.9	591.1	458.7
县区	年月	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年
	1 月	3	0.5	0.8	4.7	0	0	0	4.4	2.9	0

府谷县	2 月	8.9	8.7	9.8	0.1	4.6	0	0	4.5	2.1	5.3
	3 月	0.1	7.7	10.7	6.1	1	0	13	19.6	0.1	7.6
	4 月	22.9	17.6	25.5	25.8	47.8	6.4	5.2	38.9	18.2	100.2
	5 月	38.9	51.7	36.6	58.2	15.8	4.3	44.9	11.3	72.2	2.7
	6 月	58.3	89.7	54.4	25.5	41.7	2.6	50.9	17.3	59.8	17.5
	7 月	68.4	164.9	195.9	165.8	164.5	150.5	23.5	227.2	4.8	64.1
	8 月	32	135	206.2	164.5	143.9	103.3	123.3	198.8	109	47.6
	9 月	112.6	37.4	25.1	42.1	61.6	75	67.8	7.4	87.2	19.9
	10 月	14.2	89.9	86	15.8	10.6	2.8	28.9	6	2.4	7.3
	11 月	32	135	206.2	164.5	143.9	103.3	123.3	198.8	0	2.3
	12 月	112.6	37.4	25.1	42.1	61.6	75	67.8	7.4	0.4	0
年降雨量		**422.7**	**616.4**	**653.2**	**510.2**	**509.1**	**355.4**	**361.7**	**535.4**	**359.1**	**274.6**

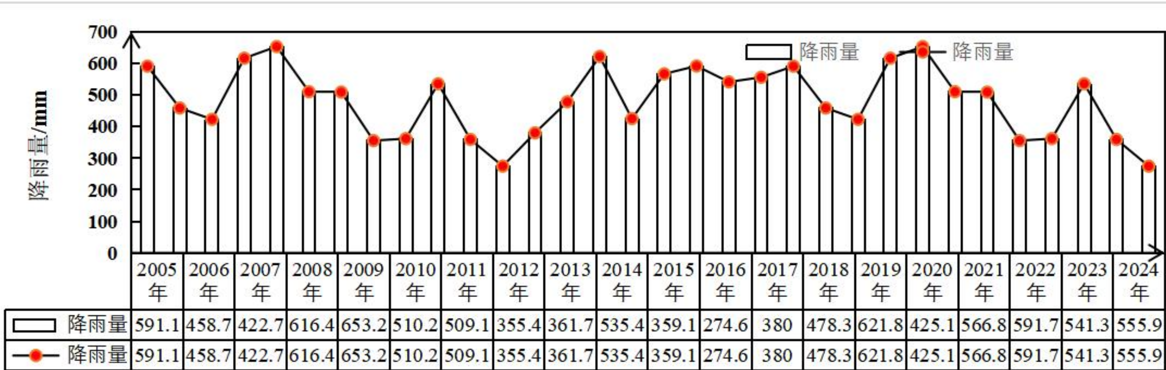


图 2.1-1　府谷县 2013-2024 年降雨量柱状图

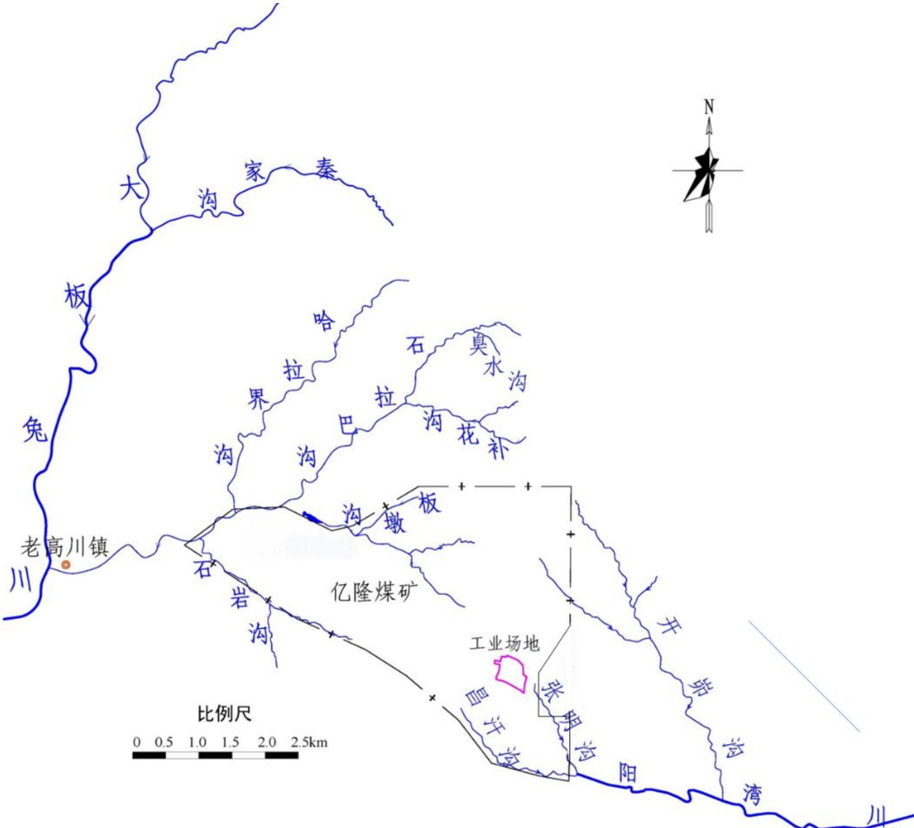


图 2.1-2　调查区水系分布图

（二）水文

亿隆煤矿内地表水系均属黄河一级支流窟野河二级支沟阳湾川流域，虽沟谷发育，但因气候干燥，降雨微弱、地形破碎、植被稀少、水土流失等因素，以致地表水系多为季节性河流，雨季暴涨且泥沙含量大，旱季断流，丰、枯水季节流量悬殊很大。区内河流主要有五条，即石拉巴沟、石岩沟、板墩沟、黑土壕沟、张明沟，均形成树枝状支沟（流）。北部的石拉巴沟、板墩沟向西与石岩沟汇合流入大板兔川，黑土壕沟与张明沟流入阳湾川，阳湾川为孤山川的一级支流，调查区范围内地表水系见图 2.1-2。

（三）地形地貌

亿隆煤矿整合区位于陕北黄土高原北端，毛乌素沙漠东南缘，地貌单元属黄土梁峁区，地表大部分被第四系黄土所覆盖，基岩在整合区西北部，东南部沟谷中局部出露。最高处位于整合区的东北部尖圪塔，标高 1375m，最低处位于整合区西部前阳塌河滩，标高 1180m，相对高差约 195m，评估区地貌分区图见图 2.1-3，遥感影像图见图 2.1-4。

黄土梁峁：主要分布在整合区东部，约占全区面积的 70%，组成物质主要是粉沙、粉土，且以粉质粘土为主，表面零星有现代风积沙覆盖。由于雨水的冲蚀作用，梁峁坡面冲沟发育，沟谷直立，黄土见垂直节理。沟梁相间，地形支离破碎，水土流失严重。坡面平缓区为耕地，其余主要为林区和草地（照片 2.1.1）。

沟谷地貌：区内主要发育沟谷有石拉巴沟、石岩沟、板墩沟、黑土壕沟、张明沟等，均形成树枝状支沟。主沟沿西北向展布，沟谷两侧基岩断续出露，沟底开阔地带形成一级阶地和河床漫滩。河床漫滩主要分布于西部石岩沟沟底，高于河床约 2～4m 左右，漫滩平缓，与河床以陡坎形式连接，由第四系全新统冲积层组成。一级阶地主要由第四系全新统冲积层组成。河漫滩和一级阶地多经人工平整成梯田，为区内农作物主要种植区（照片 2.1.2）。



照片 2.1-1　黄土梁峁（镜向 320°）



照片 2.1-2　河流沟谷（镜向 280°）

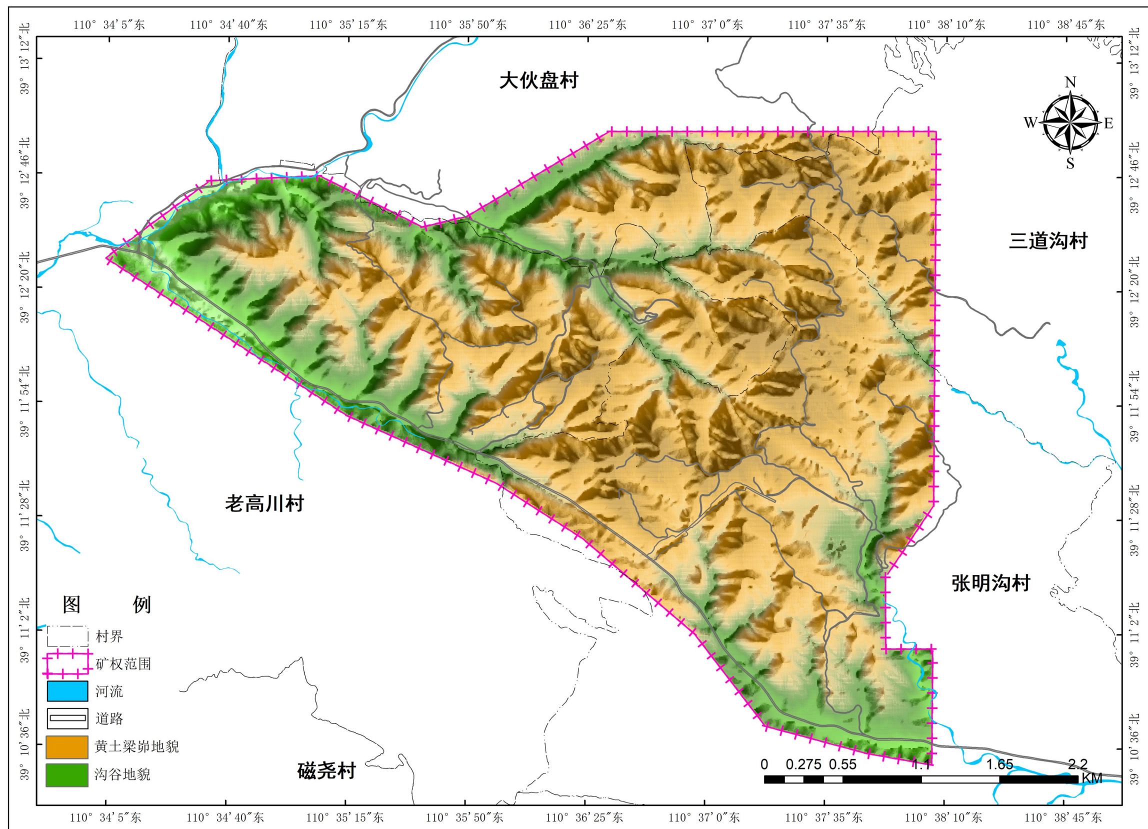


图 2.1-3 评估区地貌分区图

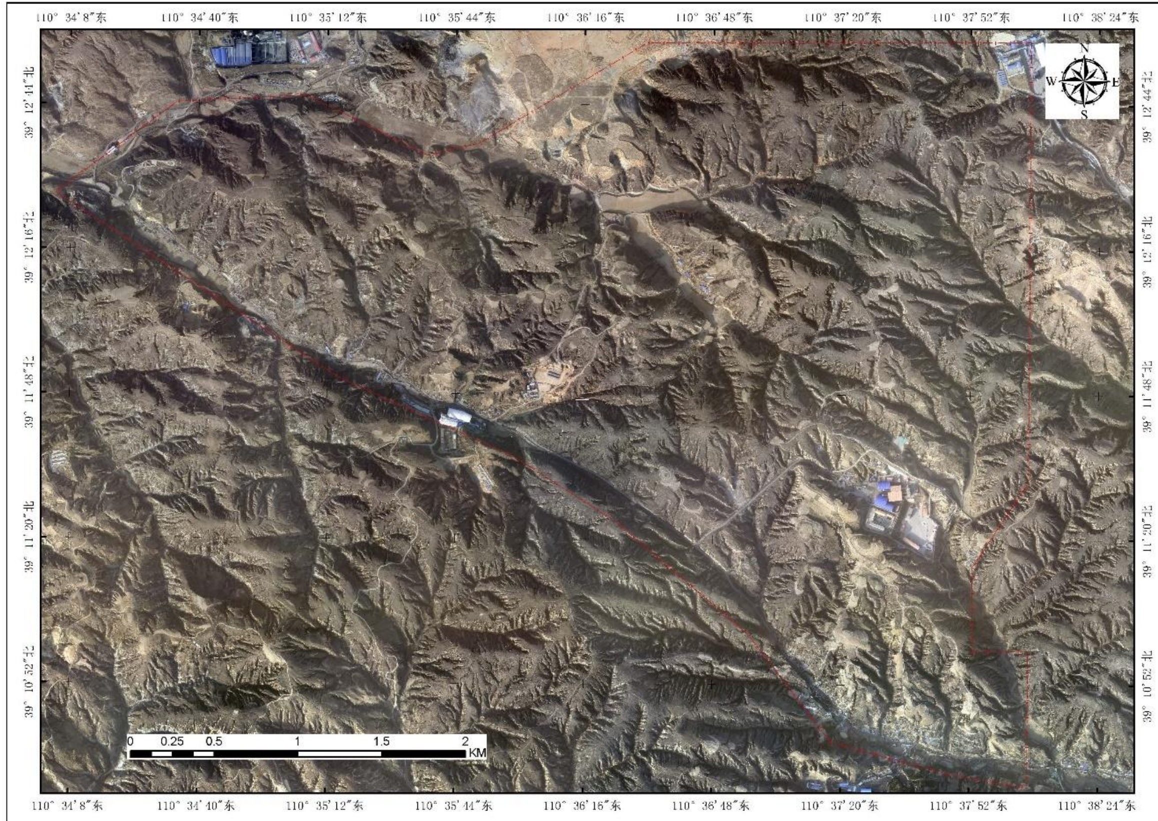


图 2.1-4 评估区遥感影像图

（四）植被

1、植被类型

调查区地带性植被类型为陕北黄土梁峁丘陵灌木草原区，从整个植被景观看，府谷植被类型是从森林草原类型向典型草原类型过渡的地带性植被。主要植被类型、特征及分布见表 2.1-2。

表 2.1-2　府谷县植被类型、特征及分布表

序号	植被类型	特　征	分　布
1	干草原植被	建群植物主要为针茅属的长芒草，百里香属的百里香，甘草属的甘草等，均是较好的牧草。	分布于梁峁顶、沟坡及少量覆沙的沙区黄土梁上。
2	落叶阔叶灌丛	灌丛主要有柠条，沙棘、黑格兰、酸枣等。	大部分分布在黄土丘陵沟壑区和沙区的黄土梁地。
3	沙生植被	沙生植物主要有沙竹、籽蒿、油蒿、沙蓬、沙芥、沙柳等。由于受沙漠自然环境的影响，草原类型的植被逐渐退缩，沙地植被随沙进袭，但沙丘稳定后，原生长在黄土上的植物如柠条、酸枣、沙棘、长芒草等又可重新生长，形成沙化草原。	主要分布在风沙区的流动､半固定和固定沙丘上。
4	温性针叶林植被	侧柏林、杜松林、侧柏杜松林、油松林等群系。以侧柏林、杜松林为多，系天然次生林，油松林多为人工栽培	大部分分布于沟谷及沟坡
5	栽培植被	栽培的乔、灌木树种有：水桐、青杨、箭杆杨、杂交杨、旱柳、垂柳、刺槐、紫穗槐、柠条、花椒等，主要农作物有高粱、玉米、糜子、谷子、小麦、荞麦、豆类、马铃薯等。	分布于整个调查区。

评价区地带性植被类型为典型的草原植被，其代表群系为本氏针茅草原，植被类型以百里香、丛生禾草为主，柠条、沙柳等沙生植被面积较小。野生植物多为旱生和沙生品种，常见的有 60 科 500 余种，有白沙蒿、黑沙蒿、沙蓬、沙竹等半灌丛和草群。乔木大多是人工栽植，主要有杨、柳、榆、刺槐、油松、油松、侧柏等（照片 2.1-3、2.1-4）。

由于受非地带性生态环境条件的影响，评价区广泛发育着半隐域性植被—草原地带沙地植被，包括农田植被和人工林植被。农业植被在评价区分布较少，主要分布沟谷及黄土梁峁地带，大部分为旱地，主要农作物有高粱、玉米、土豆和谷子、糜子等，油料作物主要有向日葵、蓖麻、向日葵等，均为一年一熟（照片 2.1-5、2.1-6）。



照片 2.1-3　杨树（镜向 280°）



照片 2.1-4　柠条（镜向 240°）


照片 2.1-5　玉米（镜向 250°）


照片 2.1-6　土豆（镜向 250°）

2、植被覆盖度

评估区为典型的中温带干旱、半干旱大陆性季风气候，位于陕北黄土高原与毛乌素沙地的过渡地带，同时也是农牧交错和风蚀水蚀过渡带，是我国主要的生态环境脆弱地区。

根据植被覆盖地表的百分比，高覆盖度≥70%、较高覆盖度 50%-70%、中等覆盖度 30%-50%、较低覆盖度 10%-30%、低覆盖度＜10%。其中矿区低覆盖度占比 0.82%、较低覆盖度占比 38.47%、中等覆盖度占比 52.81%、较高覆盖度占比 7.25%、高覆盖度占比 0.65%，本区内以较低和中覆盖度植被为主（图 2.1-5）。

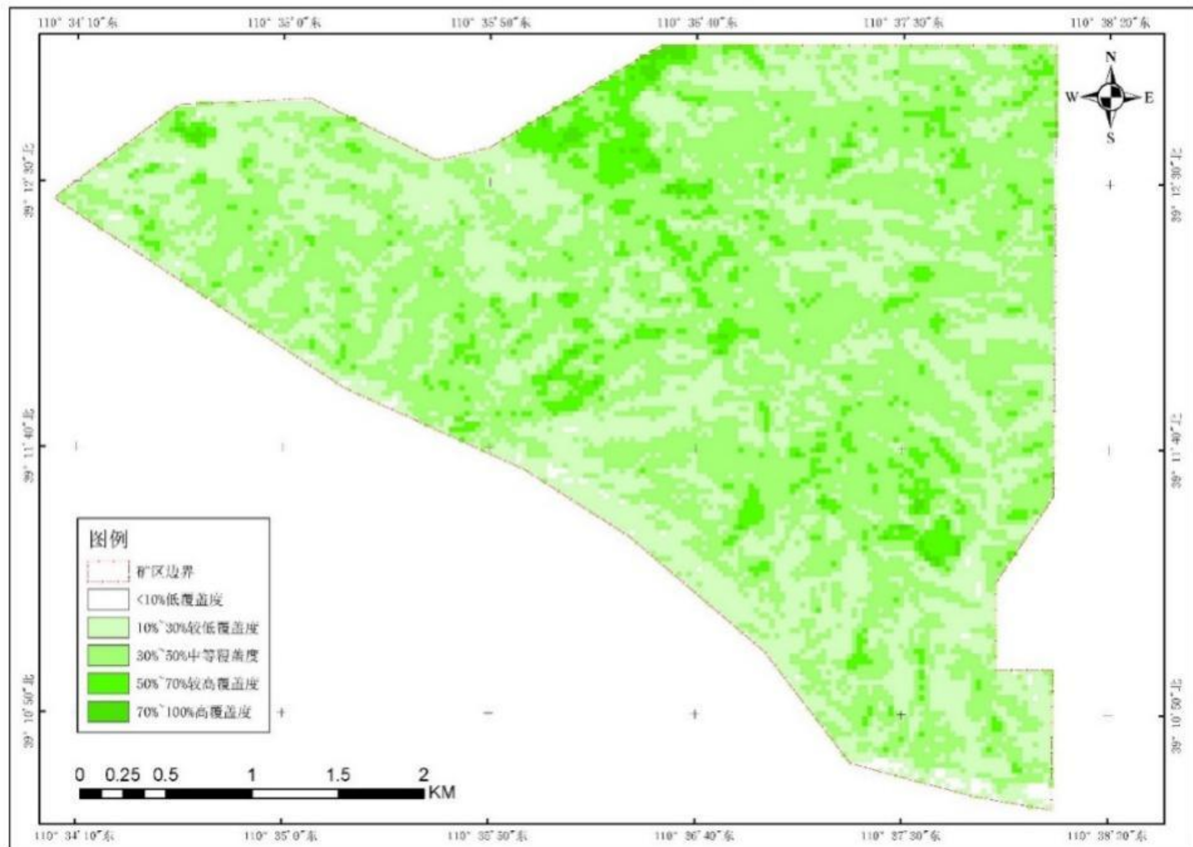


图 2.1-5　植被覆盖度图

（五）土壤

井田区基本土壤为黄绵土和风沙土，土壤熟化较差。项目区山地自然土壤因大部分发育于石灰岩残积坡积和黄土母质，质地以黄绵土为主；丘陵土壤发育于黄土及黄土状母质，质地以砂壤-黄绵土为主。

1、黄绵土

又叫黄土性土壤，因其土质疏松、绵软、色泽而得名。广泛分布在梁峁坡地和川道高阶地上，是调查区主要农业土壤之一。黄绵土是马兰黄土母质经长期耕种熟化、侵蚀、沉积作用下形成的。该土壤基本性状与黄土母质十分相近，土质疏松软绵，通气性和耕作性好，透水性强，具强石灰性，有机质含量低，一般不超过 1%，全氮量也低。撂荒后有机质与全氮量会有所增加，而磷、钾含量同黄土母质仍相似。

黄绵土的剖面为 A-C 土体构型（见照片 2.1-6 和照片 2.1-7）。在自然植被下，具有有机层，厚度 10～30cm，颜色为灰棕色（风干土）或暗灰棕色（风干土），粒状、团块状结构，其下为母质层，稍有碳酸钙的淋溶淀积。

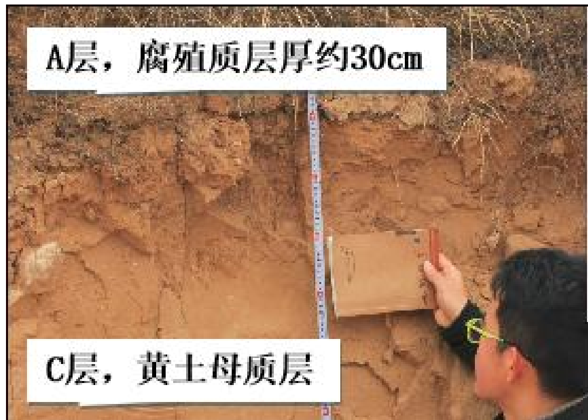
黄绵土颗粒主要由 0.25 毫米以下的颗粒组成，细砂粒和粉粒占总量的 60％。物理性粘粒约 26～30％，粘粒只占 12～14％，土壤粘粒含量呈南高北低的趋势。但同一剖面各层质地差别不大，仅表层因受侵蚀和沉积影响而略有变化。耕层容重在 1.0～1.2g/cm3。黄绵土弱碱性反应，pH8～8.5。整个剖面呈石灰性。碳酸钙含量 90～180g/kg，上下土层比较均匀，阳离子交换量 6～12cmol(+) / kg，保肥能力较弱。

2、风沙土

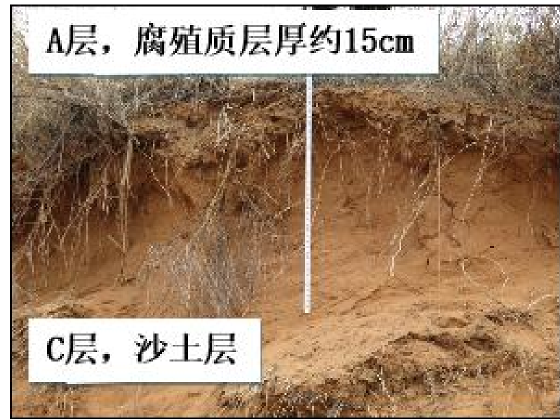
风沙土是在风沙地区沙性母质上发育的土壤，主要分布在梁面低凹处和背风坡上，该土有机质及养分含量较低，保水保肥能力较差，特别是植被覆盖较差，微生物活动较微弱，大部分不宜农耕。

风沙土质地粗，细砂粒占土壤矿质部分重量的 80～90％以上，而粗砂粒、粉砂粒及粘粒的含量甚微。干旱是风沙土的又一重要性状，土壤表层多为干沙层，厚度不一，通常在 10～20 厘米左右，其下含水率也仅 2～3％。有机质含量低，约在 0.1～1.0％范围内；有盐分和碳酸钙的积聚，前者由风力从他处运积而来，后者是植物残体分解和沙尘沉积的结果。pH 值在 8～9 之间，呈弱碱至碱性反应。剖面形态 A-C 土体构型，A 层是生草—结皮层或腐殖质染色层，厚度 5～30cm 或更厚，浅黄色或淡棕色，片状或弱团块状结构，沙土或沙壤土。根系较多；C 层为沙土，浅黄色，单粒结构。

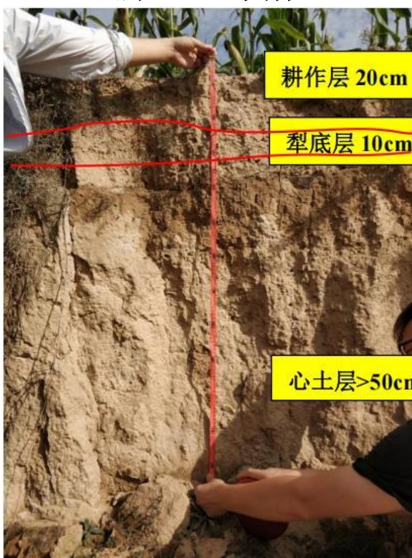
耕地、林地、草地土壤剖面图见照片 2.1-7~2.1-10。



照片 2.1-7　黄棉土



照片 2.1-8　风砂土



照片 2.1-9　耕地土壤剖面



照片 2.1-10　林草地土壤剖面

二、矿区地质环境背景

（一）地层岩性

亿隆煤矿位于三道沟井田西部，地表大部被第四系松散沉积物覆盖，沟坡新近系上新统静乐组红土出露，沟谷有基岩出露。根据地质资料，区内揭露的地层由老至新有：中生界三叠系上统永坪组（T_3y）、侏罗系下统富县组（J_1f）、侏罗系中统延安组（J_2y）、新近系上新统静乐组（N_2j）、第四系中更新统（Q_2）及全新统（Q_4）。地质图见图 2.2-1，地层柱状图见图 2.2-2。本区含煤地层为侏罗纪中统延安组。各组地层特征现分述如下：

（1）三叠系上统永坪组（T_3y）

该组地层为区内侏罗系含煤地层的沉积基底，区内未见出露，其岩性为一套灰绿色、巨厚层状中～细粒长石石英砂岩，夹有灰绿、灰黑色泥岩及薄煤线，砂岩中含有较多的黑云母片、绿泥石等，局部含泥质包体及黄铁矿结核，泥钙质胶结，分选性及磨圆度中等，

以块状层理为主，局部具板状交错层理。

（2）侏罗系下统富县组（J_1f）

假整合于下伏三叠系永坪组地层之上，区内未出露，其厚度在 5.62～42.14m 之间，平均 18.15m，岩性由灰色，灰白色的细粒砂岩及灰黑色紫灰色泥岩、粉砂岩组成，砂岩成份以石英为主，长石次之，分选性、磨园度好。本组地层顶部有一层灰色～灰白色的石英砂岩，偶含细砾，易于区分。

（3）侏罗系中统延安组（J_2y）

延安组为煤矿含煤地层，与下伏富县组呈整合接触。延安组自下而上分为一～五段，由于中侏罗世后期历次构造运动影响，延安组第五段遭受严重剥蚀，第IV、III段局部遭受剥蚀，延安组第 I-II 段地层保留完整。本区涉及的煤系地层由老到新有延安组第 III、IV 段，现分述如下：

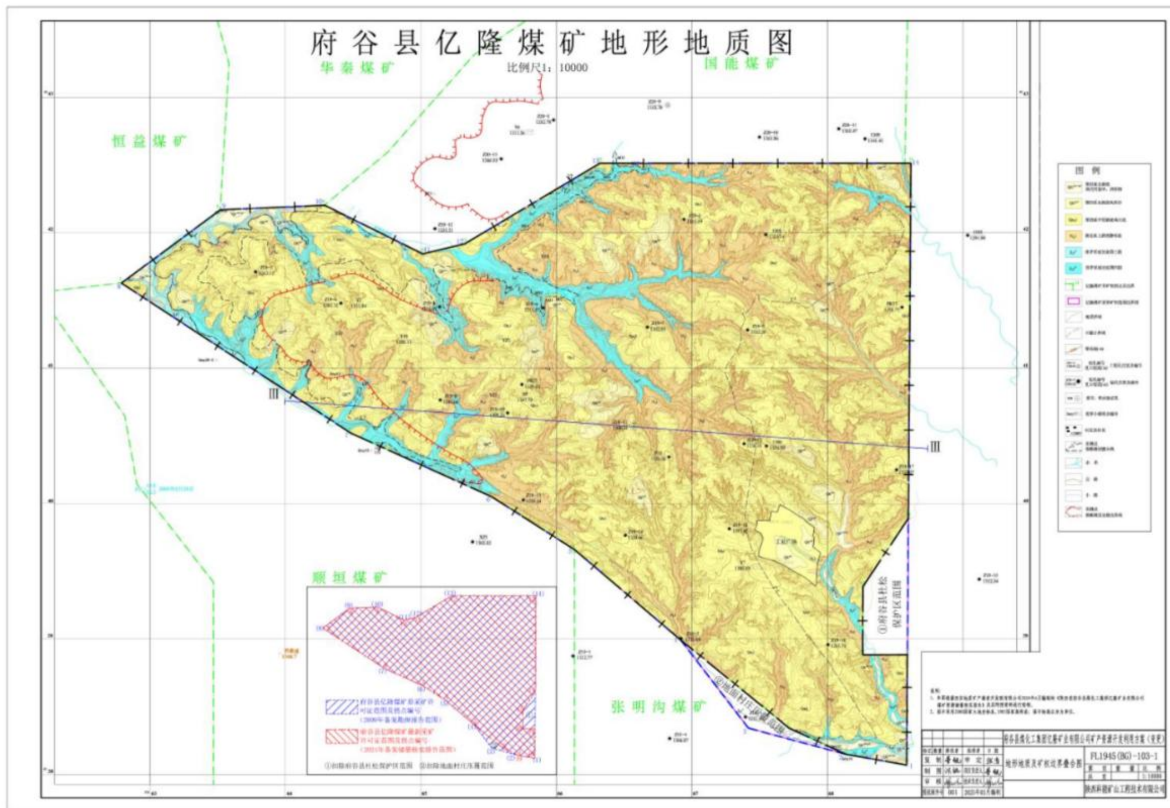


图 2.2-1　亿隆煤矿地质图

1）延安组第三段（J_2y^3）

本段自 4^{-3} 煤层顶面至 3^{-1} 煤层顶面，该段厚度 45.38～70.54m，一般厚度约 60m 左右，本段含 3 号煤组。依岩性可划分为两个亚旋回，3^{-1}、3^{-2} 煤层分别位于亚旋回的顶部。下亚旋回岩性主要为灰白色中厚层状细粒长石石英砂岩及灰色富云母粉砂岩，局部夹泥岩、炭

质泥岩及薄煤层或煤线。具小型交错层理、波状层理及水平层理，含植物化石和菱铁矿结核。3^{-2}煤层位于其顶部。上亚旋回下部岩性主要为灰色粉砂岩及灰白色细粒砂岩，上部岩性以深灰色泥岩为主，其次为灰色粉砂岩及细粒砂岩。砂岩中含大量的炭屑及云母碎片，具波状层理及水平层理，含大量完整植物化石及菱铁矿结核，3^{-1}煤层赋存于顶部。

2)延安组第四段（J_2y^4）

本段地层自3^{-1}顶面至2^{-1}煤层(本区被剥蚀)顶界，在各大沟谷局部有出露，由于受后期剥蚀，保留不全，厚度变化较大。厚0～57.01m，一般厚度为40m。本段含2号煤组，依岩性可分上、下两个亚旋回。下亚旋回岩性主要为灰色粉砂岩和灰白色厚层、中厚层状细粒长石石英砂岩，砂岩主要成分为石英，次为长石及岩屑，磨圆度中等，分选差，泥质及钙质胶结，层面富集大量云母片和泥质薄膜，显示波状及小型交错层理。灰色粉砂岩，含大量云母及炭屑，具水平及波状层理，含大量植物化石，2^{-2}煤层赋存于顶部。上亚旋回岩性主要为深灰色泥岩夹灰色粉砂岩，局部呈互层，具水平层理及波状层理，层面富集大量的炭屑及炭化植物碎屑和完整植物化石，含菱铁矿结核，局部夹有具迭锥构造的泥灰岩透镜体。夹多层薄煤及煤线，2^{-1}煤层赋存于顶部（本区2^{-1}被全部剥蚀）。

（4）新近系上新统静乐组（N_2j）

煤矿内各川道、支沟沟脑，各沟谷上游两侧或大面积分布于山顶及分水岭，厚度0～75.49m，平均厚度50m，变化较大。岩性为浅红色、棕红色粘土、亚粘土，含大量不规则状钙质结核。钙质结核呈层分布。底部局部发育一层厚度1～3m的砾石层，不稳定，砾石成分为砂岩、烧变岩等岩块，砂质充填，泥质胶结。本组中前人曾发现三趾马及其它动物骨骼化石，因而又称之为“三趾马红土”。其与下伏延安组不整合接触，之上多被中更新统离石组覆盖，两者间呈角度不整合接触关系。

（5）第四系（Q）

全区分布广泛，厚度受地形地貌的控制而变化较大，南部稍薄、中部、北部较厚，河谷两侧薄厚不均，梁峁、塬顶较厚，总体看黄土层厚度为0～43.23m，平均20m。第四系的松散层沉积包括有冲积、冲洪积和风积物等，厚度0～7m。

1）中更新统离石组（Q_2l）

在区内梁峁之上呈片状，云朵状分布，一般厚度20m。岩性以土黄色、棕黄色亚粘土、亚砂土为主，局部夹数层厚度0.20～0.50m的古土壤层。含大小不一，形态各异的钙质结核，结核呈零散状分布。该组柱状节理发育，是主要耕作层。

2）全新统（Q_4^{al}）

Q_4^{al}主要分布在整合区西部和西北部较大支沟内，构成一级阶地。上部岩性为灰黄色

亚砂土、粉细沙，下部为砂砾石（卵石）层，厚度 1～3m。现代冲洪积层，主要分布较大支沟中，主要为粉、细沙及砂、砾石，厚度 0～7m，变化较大。

3）风积层（Q_4^{eol}）

分布在梁峁上和山梁斜坡处，呈片状以固定，半固定沙丘和流动沙丘的形式覆盖于其它地层之上，厚度 0～3m。岩性为浅黄色、褐黄色细沙、粉沙，含少量细砾石，质地均一，分选较好，经多次搬运，磨圆度好，与下伏地层不整合接触。

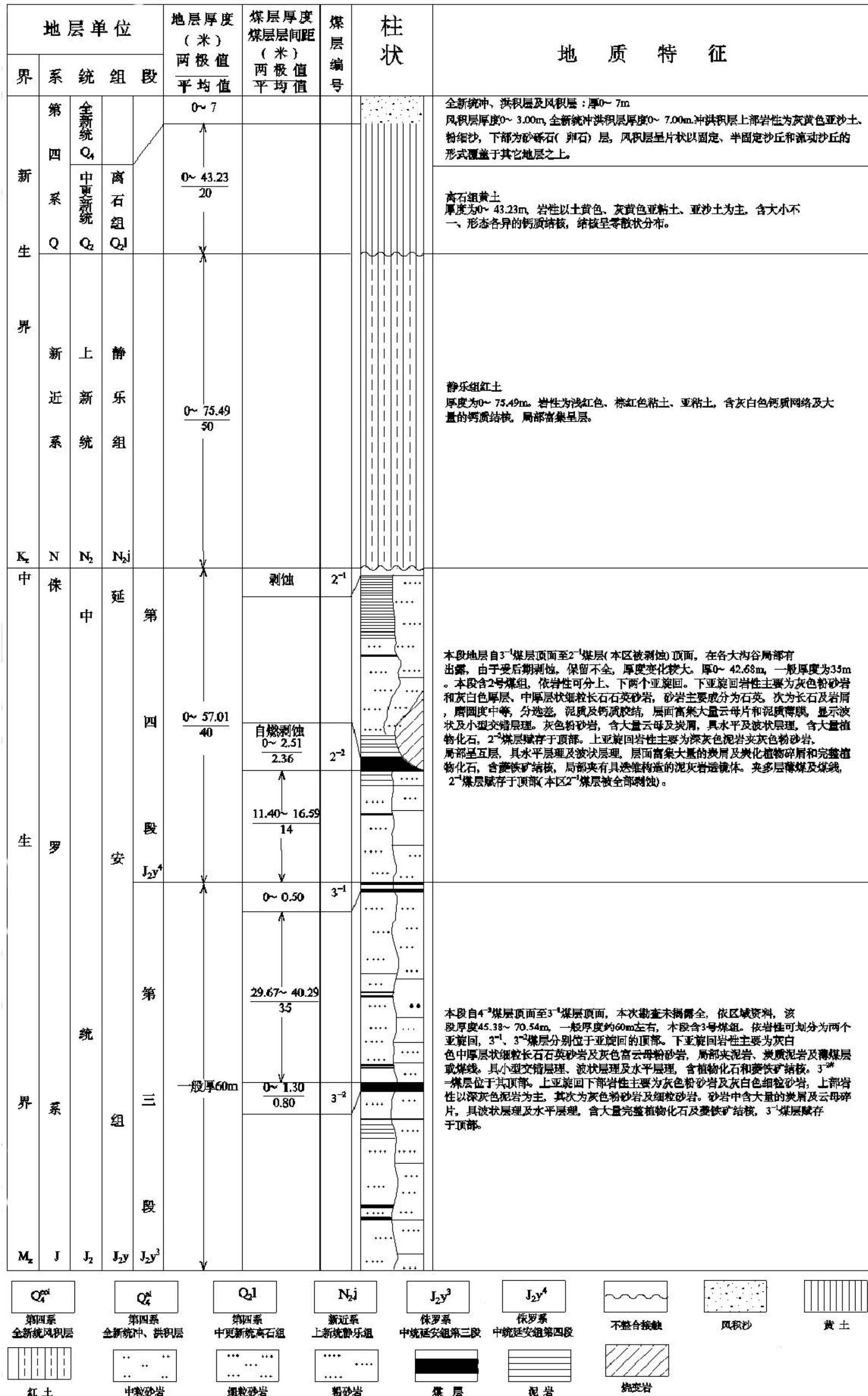


图 2.2-2　地层综合柱状图

（二）地质构造

1、地质构造

亿隆煤矿地质构造简单，走向北东，倾向南东，平均倾角小于1°的单斜构造，无大的断裂及褶皱发育，无岩浆活动痕迹。延安组为向北西微倾的简单叠置地层，每千米降深6～11m，层内发育宽缓的波状起伏及鼻状隆起和节理等构造。

2、地震

本区位于鄂尔多斯台向斜宽缓的东翼—陕北斜坡上，地壳活动相对微弱。据历史记载仅公元1448年在榆林发生过4.7级地震，烈度为6度；1621年5月在府谷孤山一带发生过6.7级地震，烈度为6度，此后再未发生过4级以上地震。邻省区曾发生过其它一些较大地震本区仅为有感区，如1996年5月30日，距本区约450km的内蒙古包头市发生6.4级地震，本区仅有震感。2008年4月12日四川汶川发生8.0级地震，本区也仅有震感，近百年来本区从未发生过大的地震，虽有几次小的地震，但烈度仅在2.5度，属弱震区。

采煤引发的地面塌陷也会引发地震，自2010年至今府谷地区由于地面塌陷引发的地震共8起，震级2.3-2.9，详见表2.2-1。

根据国家地震局《中国地震动峰值加速区划图》（GB18306-2015），该区地震动峰值加速度为0.05g，地震烈度为VI度。

表2.2-1 府谷地区塌陷地震状况一览表

序号	发震时间	震级	震中位置	经度	纬度
1	2010-08-30	2.9	榆林市府谷县、神木县交界	110.40	39.30
2	2011-02-06	2.8	榆林市府谷县	110.57	39.22
3	2011-05-28	2.6	榆林市府谷县、神木县交界	110.60	39.09
4	2012-03-09	2.6	榆林市府谷县、神木县交界	110.70	39.10
5	2012-04-25	2.3	榆林市府谷县、神木县交界	110.60	39.00
6	2012-08-11	2.9	榆林市府谷县	110.60	39.10
7	2014-09-23	2.3	榆林市府谷县	110.68	38.99
8	2014-11-08	2.6	榆林市府谷县	110.69	38.91

（三）水文地质

1、地下含水层类型

根据地下水的埋藏条件、含水层的岩性、分布范围、富（透）水性，可将区内地下含水层分为第四系全新统孔隙弱富水含水层、第四系中更新统孔隙极弱富水含水层、新近系静乐组红土隔水层、侏罗系中统延安组碎屑岩类裂隙极弱富水含水层等含、隔水层(组)，现分述如下：

（1）新生界松散层孔隙潜水含、隔水层

1）第四系全新统风积沙层透水不含水层（Q_4^{eol}）

调查区内偶有几处零星分布在梁峁上和山梁斜坡处，呈片状以固定，半固定沙丘和流动沙丘的形式覆盖于其它地层之上，一般厚 3m 左右，以细、粉沙为主、疏松、孔隙度大、透水性好，利于降水入渗，多为透水不含水层。

2）第四系全新统冲积层含水层（Q_4^{al}）

主要分布在调查区西部和西北部较大支沟内，构成一级阶地。上部岩性为灰黄色亚砂土、粉细沙，下部为砂砾石（卵石）层，厚度 1～3m。下部有基岩碎块，结构松散孔隙大，透水性好，含水层厚度较薄，一般 1～3m。因分布范围小，含水层厚度薄而不具供水意义。

3）第四系中更新统黄土极弱富水含水层（Q_2l）

调查区内分布广泛，厚度受地形地貌的控制而变化较大，南部稍薄、中部、北部较厚，河谷两侧薄厚不均，梁峁、塬顶较厚，总体看松散层厚度为 0～43.23m，平均 20m。岩性为浅黄色亚砂土、亚粘土，水位埋藏较深，含水微弱，仅在低缓的梁岗区含水，储水条件差，属极弱富水含水层。

4）新近系静乐组红土隔水层（N_{2j}）

调查区各川道、支沟沟脑，各沟谷上游两侧或大面积分布于山顶及分水岭，厚度 0～75.49m，平均厚度 50m，岩性为浅红色、棕红色砂质粘土、亚粘土，夹十多层钙质结核层。粘土呈块状，无层理，质地均一，较致密，偶在钙质胶结层有泉水出露，是较好的隔水层。

（2）基岩裂隙潜水含水层

侏罗系中统延安组裂隙潜水含水层（J_{2y}）

仅出露于调查区内较大沟谷两侧，为本区含煤地层，因受构造影响及后期冲刷剥蚀作用，厚度变化较大。岩性主要由浅灰色各粒级长石石英砂岩及泥岩和煤层组成。露头区裂隙较为发育。各可采煤层直接充水含水层为其上部的中、细粒砂岩，受沉积环境影响，砂体厚度无论沿走向或倾向均变化较大，致使含水层在空间分布上具有一定局限性。该组按岩层层序和含水特征，可分为两个含水层组，各含水层间由于泥岩及煤层的阻隔，使得整个延安组形成一个复合含水层组。

1）延安组第四段

本段地层自 3^{-1} 顶面至 2^{-1} 煤层(本区被剥蚀)顶界，在各大沟谷局部有出露，由于受后期剥蚀，保留不全，厚度变化较大。厚 0～57.01m，一般厚度为 40m。本段含 2 号煤组，岩性主要为灰色粉砂岩和灰白色厚层、中厚层状细粒长石石英砂岩，灰白色、浅灰色泥岩次之，

根据《三道沟井田勘探地质报告》分析调查泉水流量在 0.014～0.912l/s 之间，故该段为含水一般较弱。

2）延安组第三段

本段自 4^{-3} 煤层顶面至 3^{-1} 煤层顶面，本次勘探未揭露全，依区域资料，该段厚度 45.38～70.54m，一般厚度约 60m 左右，本段含 3 号煤组，分为风化裂隙带潜水及 3^{-2} 煤顶板砂岩承压水。

潜水含水层：主要为基岩风化裂隙带含水层，风化裂隙发育，部分钻孔钻进该层时多发生漏水现象。随着向深部沿伸，其裂隙发育随之减弱，根据《三道沟井田勘探地质报告》分析调查知地表出露泉水流量在 0.014～0.1861l/s，因此该段为含水量较贫乏。

（3）烧变岩空洞裂隙潜水

调查区范围内烧变岩主要分布于煤矿西部各大沟谷的边坡地段，2^{-2} 煤层自燃后顶板塌落及后期风化作用，裂隙孔洞发育的烧变岩带，因其均在侵蚀基准面以上，处于临空状态。一般水平延伸较浅，且连片性小，故地下水多被疏干或水量很小。故含水层含水也很微弱。

2．隔水层

主要是第三系上新统静乐组红土，广布全区，厚度一般 20～60m，钻孔揭露最大厚度 95m，系新生界与基岩之间的隔水层，此外还有厚度连续分布且面积较大的泥岩及粉砂质泥岩等。

3．地下水的补给、径流与排泄特征

本区地下水主要靠大气降水沿基岩露头、黄土层及砂层垂直渗入补给，此外，尚有地表水、凝结水、灌溉回渗及区外部分测向径流补给；然而，区内年降水量少，且以暴雨形式居多，加之岩层平缓，沟谷切割，所以大部分区不利于降水的渗入补给。地表盖砂的地形平缓地带降雨补给条件较好。

河流侵蚀基准面以上的地下水，一般由地形较高的分水岭地段，河间地块及洼地边缘，向河道区、洼地中心及开口处运移，径流条件好；基准面以下，地下水埋藏深，岩层渗透性差，地下水径流滞缓，深度越大渗透性越差，水化学类型复杂，矿化度增大。

4、水文地质类型

调查区内地质构造较简单，地层平缓，根据野外水文地质测绘及水文钻孔抽水试验成果，本整合区与矿区水文地质特征一致，除在沟谷及其两侧有基岩出露外，大部分为第四系黄土覆盖，有利于形成地表迳流，而不利于地下水的补给。根据含水层的水文地质特征、裂隙发

育程度及富、导水性和补给条件综合分析；地下水以大气降水补给为主，补给来源有限，各含水层水量一般较弱，主要充水含水层为裂隙含水层。地下水对煤层开采影响不大，故本区水文地质勘探类型应划分为二类一型，即以裂隙含水层充水为主水文地质条件较简单的矿床。

5、煤矿充水条件分析

（1）充水水源

该区处于黄土梁峁区，地形破碎，地表径流条件好，不利于大气降水渗入补给，地下水赋存条件很差，地表水不充足，地下水源更贫乏。据野外水文调查，亿隆煤矿内地表水系均属黄河水系，多数为季节性河流，雨季暴涨且泥沙含量大，旱季断流。

①大气降水：大气降水是地表水及地下水的补给来源。因此，矿床充水都直接或间接与大气降水有关。区内多年平均降水 478.19mm，且多集中在 7～8 月份，占全年降水量的 60～70%，最大日降水量 206.7mm。据调查，矿井涌水量随季节有不同的变化，其一般滞后半天至一天时间，故大气降水为矿井充水的间接水源。

②地表水：区内地表水体主要是石岩沟、板墩沟、张明沟等河河水，但因气候干燥，降雨微弱、地形破碎、植被稀少、水土流失等因素，以致地表水系多为季节性河流，雨季暴涨且泥沙含量大，旱季断流，丰、枯水季节流量悬殊很大。

③地下水：本区地下储水不丰富。煤系地层含水层是煤层的直接充水含水层。侵蚀基准面以上的水，平硐开采易于排水，侵蚀基准面以下煤层顶板含水层均为承压水，它们水量甚微，富水性弱，易于疏干，对开采不会造成危害。在局部地段，地表水倒灌、断层破碎带导水、老窑积水都可能使间接充水含水层变为直接含水层。

根据矿山提供资料，煤矿用水分为生活用水与工业用水，生活用水主要为煤矿工作人员日常生活用水，煤矿生活用水来自府谷县惠泉水务公司供水，2023 年生活用水量为 2.8 万 m^3；矿井 2023 年平均涌水量 17.5 m^3/h，矿井污水处理站采混凝、沉淀、过滤的常规处理工艺，处理完用于井下生产、消防、降尘用水，地面绿化、场地洒水等，全部综合利用，矿井水实现了零排放。

（2）充水通道

充水通道主要是煤层开采形成的冒落带，裂隙带，其次为原生结构裂隙。

据区内钻孔分层抽水资料，煤层顶部含水微弱，富水性极差。大部地段导水裂隙带与风化裂隙沟通，据调查资料涌水量在 10～40m^3/d 之间，没有发生突水事故，故矿井采煤时，水量很小，不会对矿坑造成威胁。但局部地段，如河流阶地区及沟谷煤层开采后的导水裂隙带与基岩风化裂隙水或第四系孔隙潜水勾通，矿坑充水量明显增加，尤其是丰水季节，沟溪

水变大时，断层破碎带导水、老窑积水等，其矿坑充水量会成倍增加。

（3）煤矿涌水量

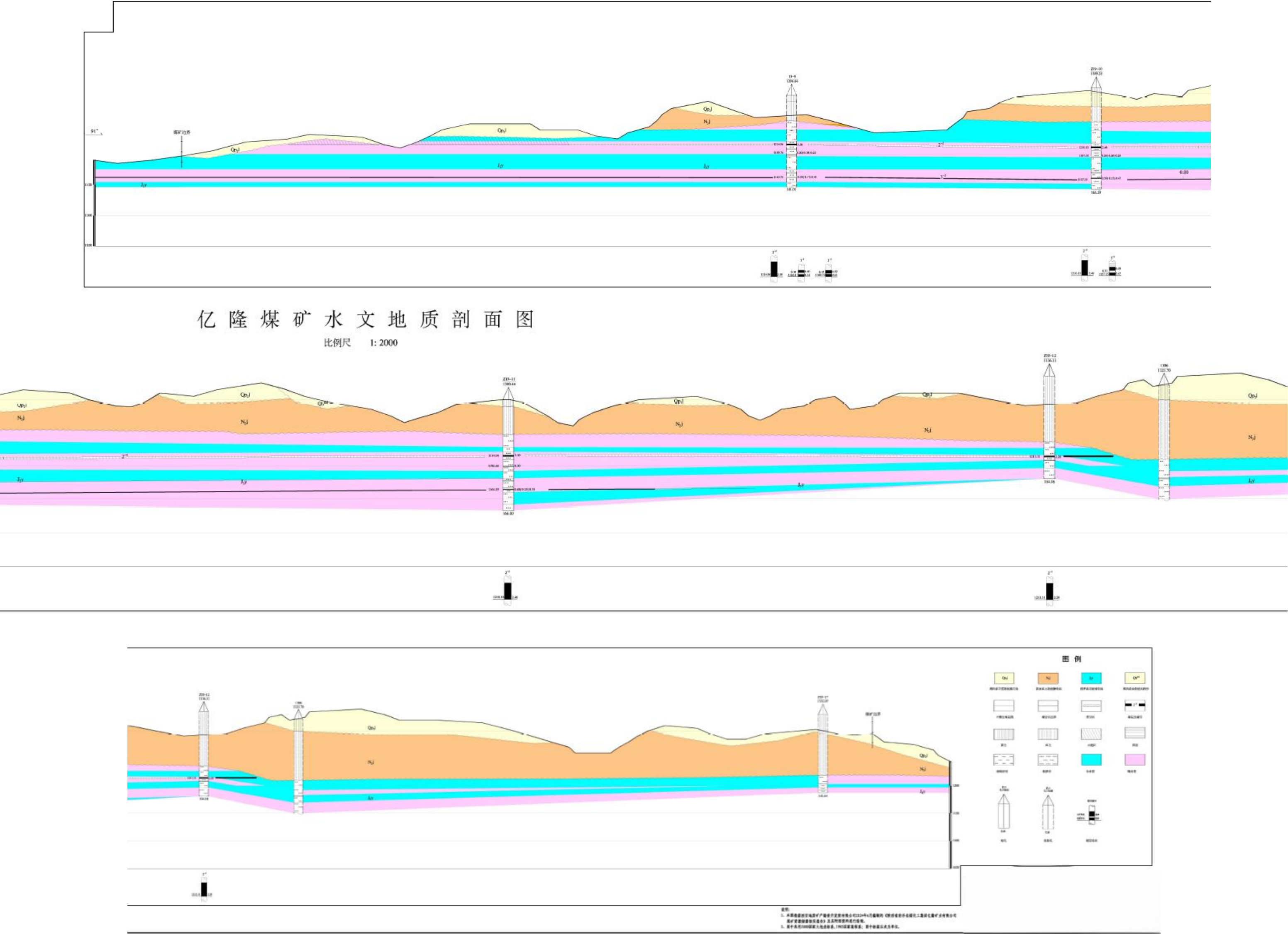
本矿井充水水源主要为侏罗系延安组弱富水含水层，涌水方式主要为顶板滴水、淋水及帮煤渗水，主要表现在巷道掘进过程遇到顶板裂隙或回采中因顶板冒裂产生的裂隙均有滴、淋水情况发生。根据西安地质矿产勘查开发院有限公司 2024 年 6 月编制完成的《陕西省府谷县煤化工集团亿隆矿业有限公司煤矿资源储量核实报告》该报告采用“面积比拟法”对全矿井涌水量进行预测，矿井正常涌水量为 36.2m³/h，最大涌水量为 54.3m³/h。近五年涌水量情况见表 2.2-2。

表 2.2-2　矿井历年涌水量观测成果统计表

年度	矿　井　涌　水　量　（m³/h）												
	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	年平均
2020	36.1	35.2	34.8	35.5	36.2	39.5	41.3	43.1	42.4	36.9	35.2	34.5	37.6
2021	32.3	45.3	58.7	53.8	57.1	58.7	54.0	39.4	31.0	19.3	19.8	22.9	41.0
2022	14.2	15.0	16.9	18.7	18.4	17.4	16.7	18.1	16.3	14.6	13.4	13.4	16.1
2023	13.7	15.8	16.0	16.7	16.2	15.7	16.3	15.8	17.9	21.7	22.1	21.7	17.5
2024	21.9	22.1	21.9	23.6	22.9	26.8	28.2	30.2	29.6	25.4	26.7	21.8	22.4
平均	24.08	27.83	31.6	31.18	31.98	32.8	32.08	29.1	26.9	23.13	22.63	23.13	28.0

根据亿隆煤矿涌水量观测台账，矿井正常涌水量为 28.0m³/h，最大涌水量为 58.7m³/h。

根据西安荣岩地质勘探有限公司 2023 年 5 月编制完成的《府谷县煤化工集团亿隆矿业有限公司煤矿矿井水文地质类型划分报告》，亿隆煤矿矿井水文地质类型划分为“中等”类型。



-图 2.2-3 工程地质水文综合剖面图规划图

（四）工程地质

1、岩土体类型

根据岩土体工程地质特征与成因，可将岩土体分为四大岩类七大岩（层）组（表2.2-3）。

表 2.2-3　岩土体工程地质分类表

工程地质分类	岩层组	空间分布	岩体结构
松散岩类	松散沙岩组	梁峁局部地段和河谷阶地区，风积、冲积成因	散体结构
	土层组	广布全局，包括黄土和红土	
烧变岩类	烧变岩组	蜿蜒锯齿状分布于谷坡两侧，侵蚀基准面上各煤层	碎裂结构
软弱岩类	风化岩组	基岩顶部 5~30m	
	煤岩组	可采煤层及不可采煤层	层状结构
半坚硬岩类	粉砂岩泥岩及互层岩组	煤层直接顶板和直接底板	
	砂岩组	煤层基本顶及延安组各段中部	块状结构

2、岩土体结构类型

根据组成岩体的结构面和岩石性质，从煤矿生产应用的角度出发，把区内岩体划分为散体结构、碎裂结构、层状结构和块状结构四大岩体结构类型。

①散体结构

主要指土质岩类，亦包括基岩的强烈风化带，其中的节理、裂隙大量发育且呈无序状排列，岩体强度很低，变形明显；沙土体呈松散状或半固结松散状态，无强度或强度极弱，是工程地质特征最差的岩体结构，近似松散介质，易引起较多的工程地质问题发生。

②碎裂结构

由烧变岩和岩石风化带组成，此类岩体结构面间距20～40cm，且互相切割，结构体为大小不一，形状各异的岩块，且呈不规则状，强度较低。风化岩层干燥状态下抗压强度8.5Mpa，饱和抗压强度仅为4.50Mpa。作为开采煤层覆岩的一部分，易造成顶板岩石压力增大和老顶初次及周期来压步距的缩短。特别是在松散含水层下近风化带采煤时，井巷围岩容易失稳破坏，工作面采空区顶板易大面积切顶垮落。在自然斜坡和人工边坡处易引起崩塌，滑坡等工程地质问题。

③层状结构

层状结构是煤系地层中粉砂岩、（砂质）泥岩组的典型结构，为薄-中厚层状，夹

泥岩、煤、炭质泥岩等软弱夹层，局部夹有中厚层砂岩。该岩体结构特点是岩体分层多，软硬相间。受沉积因素影响，剖面上厚度和平面上分布变化大（见工程地质剖面图及各煤层直接顶等厚线图）。受各种结构面的影响，结构体形态以长方体，板状体为主，干燥状态下抗压强度平均 25.72Mpa，饱和状态下为 18.01Mpa，为相对隔水层，易受地下水对岩石的软化、崩解、离析等。在煤层顶板多以复合结构产出，失去原岩压力平衡状态后，以离层或沿滑面滑脱失稳为主要表现形式。

④块状结构

主要指砂岩岩组的岩体结构，亦包括层理不甚发育的，以钙质胶结为主且厚度相对较大的粉砂岩。岩体分层厚度一般大于 0.5m，大部分为中厚-厚层状。结构面较层状结构岩体为少，层理特征是不连续的交错层理或波状层理、平行层理。岩石干燥状态下抗压强度 16.50～55.50Mpa，平均 28.50Mpa，饱水后 11.2～40.0Mpa，平均 20.11Mpa，水稳定比较好，是煤矿内各种结构体完整性和稳定性最好的。

3、煤层顶底板岩石工程地质特征

（1）煤层顶板岩石工程地质特征及稳定性

根据 2^{-2} 煤层顶板类型及直接顶等厚线图，煤层顶板类型以基本顶为主，分布面积占绝大优势，主要分布于区内西南部、中部、南部，岩性主要为粉砂岩、细粒砂岩。直接顶岩性主要为泥岩、粉砂岩及互层，分布面积小，分布整合区西北部和东北部，抗压强度属不稳定-较稳定型（I-II）。

根据 3^{-2} 煤层顶板类型及直接顶等厚线图，煤层顶板类型以基本顶为主，分布面积占绝对部分，分布整合区西南部，岩性主要为粉砂岩，细粒砂岩。直接顶分布整合区东南部，岩性主要为泥岩、粉砂岩次之，抗压强度属不稳定—较稳定型（I-II）。

（2）煤层底板岩石工程地质特征及稳定性

2^{-2} 煤层底板多以泥岩、粉砂岩为主，细砂岩次之，岩体较完整。绝大部分属不稳定-较稳定型（I-II）。

3^{-2} 煤层底板以粉砂岩为主，细粒砂岩次之，岩体较为完整，属不稳定—较稳定型（I-II）。

（3）回采巷道围岩稳定性评价

根据亿隆煤矿的地层沉积状况，井巷围岩岩性以层状及块状的各粒级砂岩为主，泥岩夹层次之。但从上到下层间距有所减小（层理发育程度较好），岩体的稳定性亦

随之有所好转，总体而言，本区基岩除上部风化带围岩稳定程度有所降低外，其它大部分地区的围岩岩体较为完整，稳定性相对较好。

（五）矿体地质特征

区内含煤地层为侏罗系中统延安组，亿隆煤矿批准的开采标高范围内有对比意义的为 2^{-2}、3^{-1}、3^{-2} 号煤层，可采煤层为 2^{-2}、3^{-2} 号煤层；其下还有 4^{-3}、4^{-4}、5^{-1}、5^{-2} 号煤层，现分述如下：

1、2^{-2} 煤层

2^{-2} 煤层产于延安组第四段下亚旋回的顶部，为区内的主采煤层。该煤层大致沿 Z20-11、1308、Z19-12、Z19-15、Z19-16 号钻孔一带以东为新近系古冲沟剥蚀，无该煤层分布，以西为煤层分布区，该煤层在西部边界各大沟谷有烧变岩和煤层出露，在当地基准面以上均遭受不同程度自燃，煤层自燃边界大致平行各大沟谷，在梁峁、台塬呈舌状分布。与 3^{-1} 煤层的间距较稳定，在 11.40～16.59m 之间，平均 14.00m。

该煤层在亿隆煤矿范围内大部分可采，可采面积为 8.06km^2，面积可采系数 73%。煤层沉积厚度 0-2.51m，资源量估算采用厚度 8.5051km^2，平均 2.36m，本次厚度估算厚度标准差 0.27，变异系数 12.58%，属煤层厚度变化小且变化规律明显的煤层（见图 2.2-4）。

煤层结构简单，为不含夹矸的单一煤层。煤层的埋深在 0～134.00m，底板标高变化在 1185～1238m 之间，大体由北向南倾斜，平均倾角 0.5°左右。综合评价 2^{-2} 煤层煤类单一，为不粘煤（BN31）；煤层层位及厚度稳定，结构简单，大部可采，煤层顶板主要为粉砂岩，其次为泥岩及细粒砂岩，底板岩性为粉砂岩，局部为泥岩。属大部分可采的稳定型中厚煤层。

2、3^{-1} 煤层

3^{-1} 煤层呈层状产于延安组第三段的顶部，与 3^{-2} 煤层的间距在 9.56～34.25m 之间，平均 21.02m，总体由四周向中部变小。煤层在西部的较大沟谷被剥蚀，露头局部已自燃，连续性较差。煤类以不粘煤（31 号）为主，煤层层位稳定，结构简单，但可采范围较小，厚度变化较大，属不稳定型的薄－中厚煤层。

3、3^{-2} 煤层

3^{-2} 煤层产于延安组第三段中部，上距 2^{-2} 煤层 50m 左右，为区内的主要可采煤层。

该煤层在本区西北边界地段各大沟谷两侧有断续出露，由西向东逐渐变薄，大致沿Z20-9，Z19-6，Z19-10号孔一带以东变薄至不可采，可采面积4.044km^2，面积可采系数60%，煤层沉积厚度0～2.85m，平均1.05m，资源量估算采用厚度0.80～1.30m，标准差0.18，变异系数16.83%，属煤层厚度变化小且变化规律明显的煤层（见图3-3-2）。

煤层结构简单，部分为不含夹矸的单一煤层，部分含一层夹矸，夹矸厚度0.10～0.32m，夹矸岩性为粉砂岩。顶板岩性为粉砂岩，局部为细粒砂岩和泥岩，底板为粉砂岩。

煤层的埋深在0～152.00m（可采地段），可采地段底板标高变化在1155～1185m之间，大体由西向南倾伏，平均倾角0.5°左右。3^{-2}煤层厚度稳定，结构简单煤类单一，煤质变化小，属大部分可采的稳定型薄煤层。

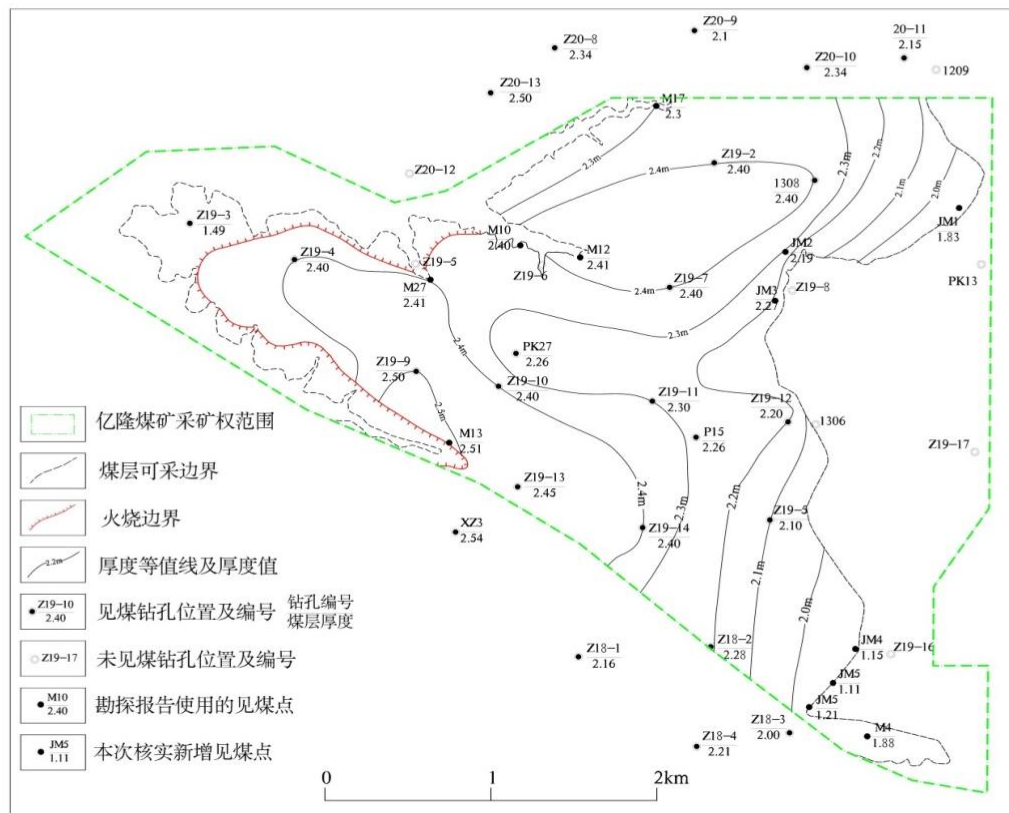


图2.2-4 亿隆煤矿2^{-2}煤层厚度等值线图

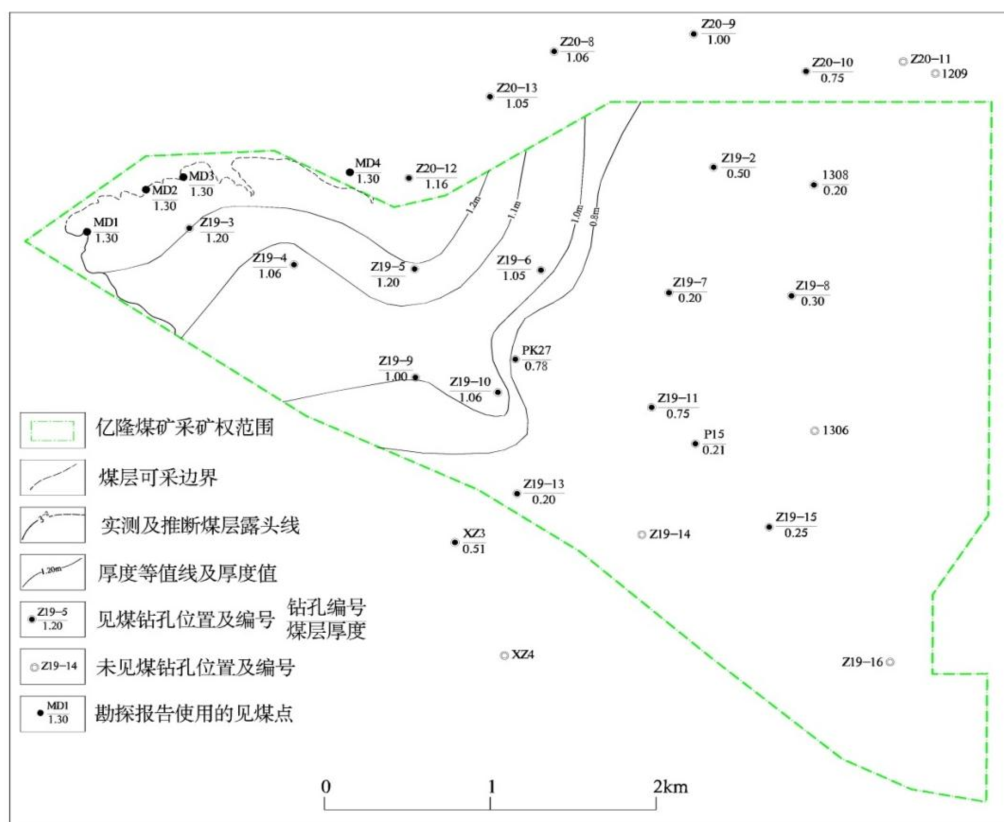


图 2.2-5　亿隆煤矿 3^{-2} 煤层厚度等值线图

三、矿区社会经济概况

（一）府谷县概况

府谷县位于黄河中游，古长城边缘，陕西省的最北端。东隔黄河与山西省河曲、保德两县相望，北和内蒙古自治区准格尔旗、伊金霍洛旗接壤，西、南与本省神木市毗连，为秦、晋、蒙三省交界处。全县总面积 3229km^2。全县辖 14 个镇、2 个农业园区、4 个便民服务中心，172 个行政村，总人口 25 万。府谷是国家规划的陕北能源化工基地的重要组成部分，是陕西省规划建设的煤电化载能工业园区，是省级民营经济转型升级试验区，省直管改革试点县，也是国家级陕北能源化工基地的重要组成部分和国家“西煤东运”、“西电东送”、“西气东输”的重要枢纽。

2021 全年地区生产总值 735.88 亿元，同比增长2.3%。其中，第一产业增加值10.92 亿元，增长 5%，占比1.5%；第二产业增加值 548.7 亿元，下降0.2%，占比74.5%；第三产业增加值176.26 亿元，增长 8.8%，占比24%。

2022 全年地区生产总值 901.00 亿元，同比增长5%，人均地区生产总值 35.18 万元。其中，第一产业增加值 12.08 亿元，增长 5.1%，占比 1.3%；第二产业增加值 703.24 亿元，增

长4.9%，占比78.1%；第三产业增加值185.68亿元，增长5.1%，占比20.6%。

2023年，全县地区生产总值达到1002.08亿元，同比增长5.4%，人均地区生产总值39.14万元。其中，第一产业增加值12.05亿元，增长4.1%，占比1.2%；第二产业增加值786.11亿元，增长5.1%，占比78.45%；第三产业增加值203.92亿元，增长6.4%，占比20.35%。

2024年全年地区生产总值增长6.3%，总量达1066.74亿元。第一产业增加值12.17亿元，增长3.4%，占比1.1%；第二产业增加值737.75亿元，增长5.9%，占比69.2%；第三产业增加值316.82亿元，增长7.1%，占比29.7%。按照常住人口计算，人均地区生产总值41.78万元。

府谷县近四年（2021-2024年）社会经济统计见表2.3-1（数据来源：府谷县国民经济和社会发展统计公报）。

表2.3-1 府谷县近三年社会经济概况统计表

年份	生产总值（亿元）	第一产业（亿元）	第二产业（亿元）	第三产业（亿元）	城镇居民人均可支配收入（万元）	农村居民人均可支配收入（万元）
2021年	735.88	10.92	548.70	176.26	4.2	1.9
2022年	901.00	12.08	703.24	185.68	4.3	1.9
2023年	1002.08	12.05	786.11	203.92	4.5	2.1
2024年	1066.74	12.17	737.75	316.82	4.8	2.3

府谷境内主要矿产分别有煤、铝土矿、菱铁矿、石灰岩、粘土矿、高岭土等，目前主要开发利用的矿产资源是煤。国家、集体、个体办小煤矿和相关煤炭加工小企业遍布全县，煤炭开采对府谷县经济腾飞起着举足轻重的作用，府谷县煤炭储量约200亿吨，高岭土储量约3.59亿吨，居全国之首。此外，府谷县还在加快产业结构的升级与完善，大力支持现代农业、新能源等新兴产业的发展。现全县已基本形成以能源、建材、机械制造、化工、轻纺、食品六类为骨干的产业格局。

亿隆煤矿距主干电力网较近，区内10千伏电力线贯通整个矿区，二十一世纪初，山东鲁能电力公司在庙沟门镇建设了2×60万千瓦电厂，更加充实了本区的用电需求。

（二）老高川镇社会环境概况

老高川镇地处府谷县的西部、神府煤田腹地，周边与本县的大昌汗镇、新民镇、三道沟镇、庙沟门镇相邻，北与内蒙古准格尔旗羊市塔镇接壤、南与神木县店塔镇一水相连。辖9个村、80个村民小组，总面积232.4平方公里。全镇常住户3297户，27710

人，党支部 33 个，党员 525 人，驻镇、镇属机关单位 26 个；境内有省级农业示范园区 1 个，地质环境综合治理项目 17 处，企业 86 家，其中煤矿 16 座，井田 230 平方公里，探明储量 28 亿吨。电力、化工、冶金、建材、危化等企业 70 家，个体工商户 500 户。

老高川镇是府谷县西部经济第一大镇，依托丰富的煤炭资源，形成以能源工业为核心的产业体系。镇内集聚煤、电、化工、冶金、建材、危化品等 110 余家企业，2024 年全镇生产金属镁 14.5 万吨，成为全省金属镁第一镇。煤炭产能显著，已探明煤炭储量 28 亿吨，拥有能东煤矿（150 万吨/年）、宝山煤矿（1.20Mt/a）等大型矿区；电力产业同步发展，形成“煤电一体化”产业链。集体经济方面，该镇探索了多种发展模式：依托区位优势发展交通服务业（如农产品物流转运中心）；依托工矿企业发展特色加工业（扫帚、食用油、食醋、手套加工等）；依托土地优势发展种养殖业（大棚种植、羊子养殖等）。所有村集体经济收入均突破 10 万元。民生服务方面，该镇投资 6200 万元建设智慧校园，投资 1000 万元升级改造中心卫生院，投资 954 万元建设道路系统。

通过“村企和谐”机制，村民以土地入股企业或就近就业，实现增收。2023 年农民人均年收入达 2.8 万元，高于全县平均水平。老高川镇通过产业升级、村企共建和民生改善，实现了从传统矿区向宜居宜业乡村振兴示范区的转型，成为府谷县高质量发展的典范之一

（三）矿区及周围社会经济概况

亿隆煤矿井田内现有昌汗沟（王家墕、前昌汉沟、后昌汉沟）、张明沟、开峁村（丁家梁）、李家梁（石岩坪、李家梁、刘店沟）四个行政村八个自然村分布，共有 190 户 552 人，其中王家墕及丁家梁村分布于矿山开采区外，不受矿山开采影响，开采设计中未对其它 6 个自然村设置保护煤柱。村庄村民主要从事农业生产活动，农作物主要为谷物、豆类及玉米，村民生产生活水源为打井取水（井深一般在 5-20m），主要取自第四系松散层孔隙潜水含水层，村民住房以平房，二层砖混为主。

本区以农业生态为主，工业基础薄弱。居民主要从事农业生产，区内农业以种植为主，农作物主产糜子、谷子、玉米、黄豆、马铃薯等，其中尤以糜子、马铃薯最为出名。农民年人均纯收入 9500 元。

四、矿区土地利用现状

（一）土地利用现状

依据采矿许可证（证号：C6100002011021120108064），亿隆井田矿区面积为1398.61hm^2。根据从府谷县自然资源和规划局收集2023年国土变更调查成果以及《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）。

项目区的土地利用涉及12个一级类型和27个二级类型，矿区土地利用现状见表2.4-1，土地利用现状见附图2。根据土地利用现状图分析，矿区内的主要地类为草地，草地主要分布在黄土梁峁的坡地，占矿区面积的50.15%；其次地类为耕地，区内耕地旱地占比较多，主要分布在黄土梁峁坡顶平台或黄土沟壑坡岸平台等较为平缓的地区，占矿区面积的23.71%；除此之外，矿区内零星分布有林地、村庄等其他地类。

表2.4-1　项目区土地利用现状表

土地利用现状				面积（hm^2）	占总面积的(%)
一级地类		二级地类			
01	耕地	02	水浇地	1.8742	0.13
		03	旱地	331.5683	23.71
02	果园	01	果园	5.1408	0.37
03	林地	01	乔木林地	31.1936	2.23
		05	灌木林地	153.9542	11.01
		07	其他林地	68.5449	4.90
04	草地	01	天然牧草地	622.9852	44.54
		03	人工牧草地	7.2591	0.52
		04	其他草地	71.1492	5.09
05	商业用地	08	物流仓储用地	0.1802	0.01
		H1	商业服务用地	1.4470	0.10
06	工矿仓储用地	01	工业用地	6.2551	0.45
		02	采矿用地	51.8736	3.71
07	住宅用地	02	农村宅基地	10.4982	0.75
08	公共管理与公共服务用地	09	公用设施用地	0.0791	0.01
		H1	机关团体新闻出版用地	0.0008	0.00
09	特殊用地		特殊用地	0.6187	0.04
10	交通运输用地	03	公路用地	9.9047	0.71
		04	城镇村道路用地	0.0300	0.00
		05	交通服务站用地	0.6080	0.04
		06	农村道路	15.6033	1.12
11	水域及水利设施用地	01	河流水面	2.1593	0.15
		04	坑塘水面	0.1156	0.01
		07	沟渠	0.0473	0.00

土地利用现状				面积（hm^2）	占总面积的(%)
一级地类		二级地类			
12	其他土地	02	设施农用地	0.3354	0.02
		06	裸土地	4.7126	0.34
		07	裸岩石砾地	0.4764	0.03
合计				1398.6148	100.00

耕地主要分布在矿区内沟谷和坡面上，全矿区均有分布，面积为333.4155hm^2，占总面积23.84%。其中水浇地面积1.8742hm^2，占总面积的0.13%；旱地面积331.5683hm^2，占总面积的23.71%。矿区内水浇地质量等别为12等，旱地质量等别为13等。

园地主要分布在主斜井工业场地西部和南部，面积为5.1408hm^2，占总面积0.37%。其中果园面积5.1408hm^2，占总面积的0.37%；

林地在矿区内分布较多，是矿区占地面积最大的土地利用类型。乔木林地主要分布在评估区中部和东部区域，面积为31.1936hm^2，占总面积的2.23%；灌木林地分布在评估区范围内大部分区域，占地面积最大，面积为153.9542hm^2，占总面积的11.01%；其他林地全区分散分布，面积为68.5449hm^2，占总面积的4.90%。评估区乔木林地树种以新疆杨、油松为主；灌木林地植被种类以柠条、沙棘、沙柳为主，狼牙刺、酸枣、荆条、黄刺玫、胡颓子等灌种次之，长势良好，覆盖度45%左右。

草地在矿区内主要分布在沟谷陡坡，面积为701.3935hm^2，占矿区面积的50.15%。其中天然牧草地面积622.9852hm^2，占总面积的44.54%；天然牧草地面积为7.2591hm^2，占总面积的44.554%；其他草地面积71.1492hm^2，占总面积的5.09%。草种类型主要有长芒草、沙蒿、铁杆蒿、禾草、沙米等。

（二）土地权属状况

亿隆煤矿井田范围土地为府谷县老高川镇（大伙盘村、李家梁村、老高川村）、府谷县三道沟乡（张明沟村、昌汗沟村、开峁村、松宏湾林场）以及府谷县水务局所有土地。亿隆煤矿矿区总面积为1398.61hm^2，煤矿建设用地宗地面积为18.5889hm^2。

采矿用地中18.5889hm^2为亿隆煤矿工业场地建设用地，土地权属为亿隆煤矿、2.8651hm^2为顺垣煤矿工业场地建设用地，土地权属为顺垣煤矿；农村宅基地使用权归村民本人；农村道路使用权归属集体所有；土地承包经营权归属承包人；河流水面归属府谷县所有；公路用地权属归属国家所有；其它土地所有权为村集体所有（表2.4-2）。

表 2.4-2　亿隆煤矿井田范围土地利用权属表　　单 hm^2

权属		耕地		园地	林地			草地			商业用地		工矿仓储用地		住宅用地	公共管理用地	特殊用地	交通运输用地				水域及水利设施	其他土地	合计
		水浇地	旱地	果园	乔木林地	灌木林地	其他林地	天然牧草地	其他草地	人工牧草地	物流仓储用地	商业服务用地	工业用地	采矿用地	农村宅基地	公共设施用地	特殊用地	公路用地	城镇村道路	农村道路	交通服务站	河流水面/坑塘水面/沟渠		
府谷县三道沟	三道沟村		23.56			7.93	19.74	89.11	5.99			0.06	0.23	10.50	0.60	0.03	0.02			1.21			0.02	159.01
	张明沟村		137.16	3.18	15.73	90.43	21.00	271.25	43.71		0.07		3.55	3.11	3.10	0.05		0.48	0.03	8.15			0.67	601.67
	松宏湾						0.08	0.07																0.15
	亿隆煤矿										0.11			18.59										18.70
府谷县老高川	大伙盘村		8.75	1.97		15.56	8.98	58.87	3.28	7.26				13.89						0.50		0.12	0.40	119.56
	老高川村	1.87	162.10		15.47	40.04	18.75	203.68	18.17			1.39	2.47	2.92	6.79	0.00	0.60	0.06		5.75	0.61	0.05	4.44	485.15
	顺垣煤矿													2.87										2.87
府谷县交通局																		9.36						9.36
府谷县水务局																						2.16		2.16
总计		1.87	331.57	5.14	31.19	153.95	68.54	622.98	71.15	7.26	0.18	1.45	6.26	51.87	10.50	0.08	0.62	9.90	0.03	15.60		2.32	0.12	1398.61



照片 2.4-1　耕地（镜向 205°）



照片 2.4-2　林地（镜向 120°）



照片 2.4-3　草地（镜向 110°）



照片 2.4-4　交通运输用地（镜向 160°）



照片 2.4-5　采矿用地（镜向 330°）



照片 2.4-6　村庄（镜向 260°）

（三）永久基本农田

亿隆井田内永久基本农田面积为 199.4947hm^2，占井田总面积的 14.26%。矿区范围内永久基本农田主要分布在煤矿南部，东部和西部均匀分布。耕地质量等级在 7~8 等之间。根据收集的府谷县国土空间规划中三区三线数据成果，本项目地面建设工程均不占用永久基本农田，矿区永久基本农田分布见图 2.4-1。

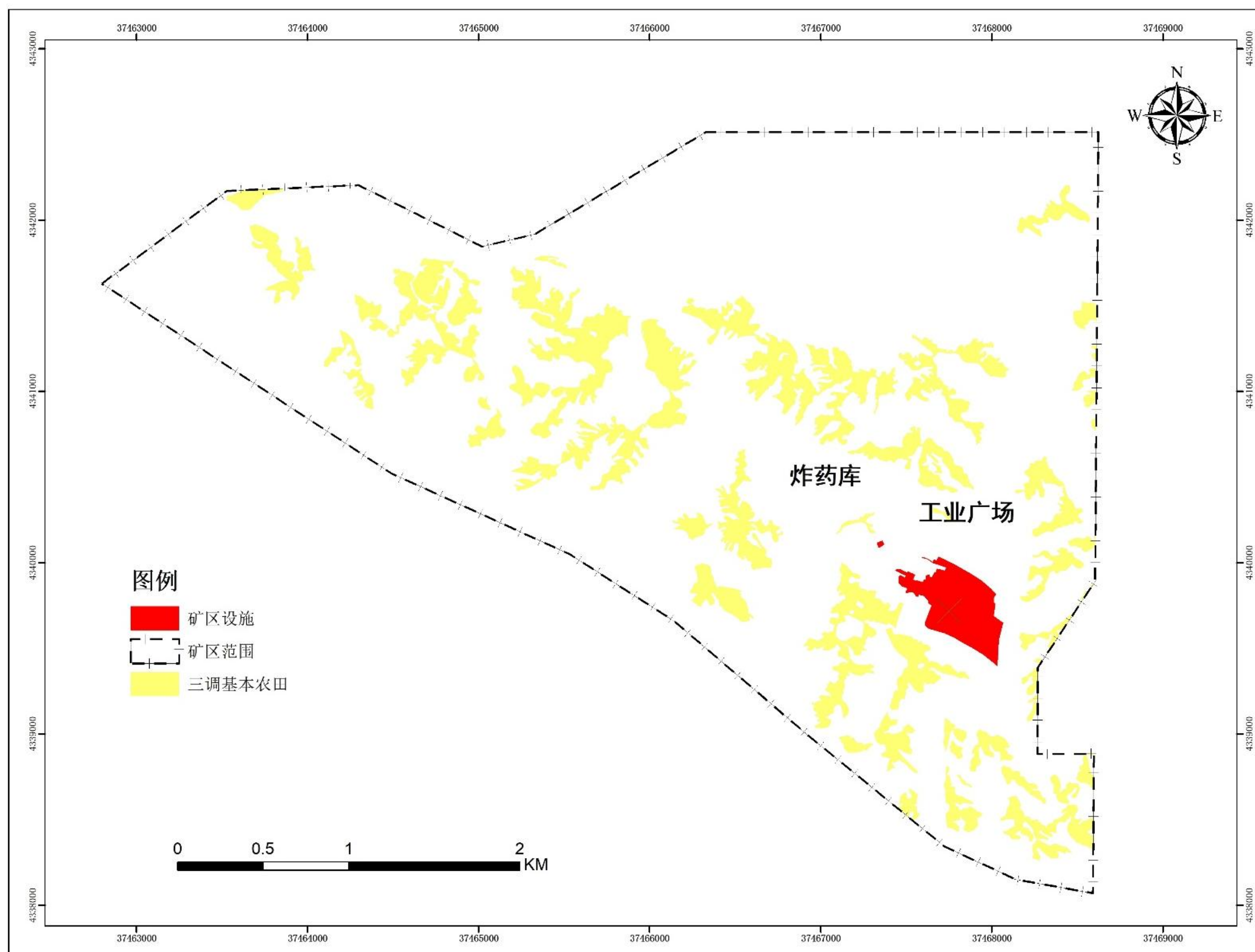


图 2.4-1　基本农田分布图

五、矿山及周边其他人类重大工程活动

（一）村庄

亿隆煤矿井田内现有昌汗沟村（王家焉、前昌汉沟、后昌汉沟）、张明沟村、开峁村（丁家梁）、李家梁村（石岩坪、李家梁、刘店沟）共四个行政村（八个自然村）分布，共有 190 户 552 人，村民主要从事农业生产活动，村民生产生活水源为打井取水（井深一般在 5-20m），主要取自第四系松散层孔隙潜水含水层，村民住房以平房，二层砖混为主。井田内村庄情况见表 2.5-1。

表 2.5-1　井田及周边村庄情况一览表

序号	管辖乡镇	行政村	自然村名	户数（户）	人口（人）	备注
1	府谷县三道沟镇	昌汗沟	王家墕	30	102	位于工业场地东侧
2			前昌汗沟	46	125	井田东南边界野大公路旁
3			后昌汗沟	42	93	井田东南边界野大公路旁
4		张明沟村	张明沟村	4	14	井田东南边角野大公路旁
5		开峁村	丁家梁	5	18	井田东部边界不开采区内
6	府谷县老高川镇	李家梁	李家梁	30	78	部分已搬迁，部分位于井田南部边界野大公路旁
7			刘店沟	28	109	井田西南边界野大公路旁
8			石岩畔	5	13	位于矿山开采区内
合计				190	552	



照片 2.5-1　王家墕村



照片 2.5-2　石岩畔村



照片 2.5-3　刘店沟村



照片 2.5-4　三道沟



照片 2.5-5　张明沟



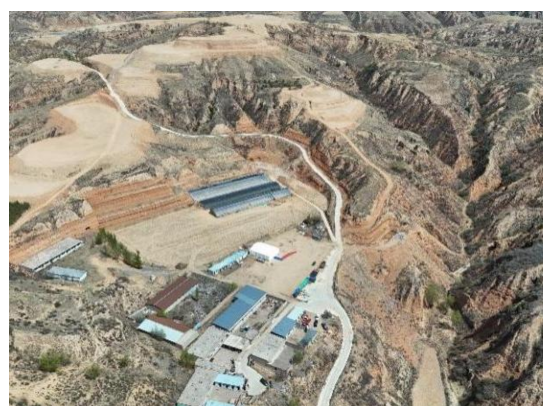
照片 2.5-6　昌汗沟

（二）道路建设

矿区及周边道路主要为野（芦沟）～大（昌汗）县级公路及乡村道路。野（芦沟）～大（昌汗）县级公路自井田南部边界通过，为三级公路，为柏油路面，路宽约 8m，为矿区范围内的主要道路，矿区内长约 6.7km。矿区范围内乡村道路网密布，宽约 3.0m，采用泥质路面，区内长度约 46.85km。



照片 2.5-7　野大公路



照片 2.5-8　乡村道路（柏油路）



照片 2.5-9　乡村道路（土路）

（三）输电线路及信号塔

矿区南部有 110kV 和 35kV 的高压输电线路通过，其中 110kV 高压输电线路长约 6.644km，涉及高压线塔 16 座；35kV 高压输电线路长约 6.736km，涉及高压线塔 15 座（照片 2.5-10、2.5-11）。另外矿区内分布较多的民用输电线路和通信电话线路，经调查统计，所经矿区段长度约 31.18km。

矿区东南部分布有 2 座信号塔，其中一座为移动信号塔，地理坐标为 X=434072.63，Y=37466855.23；另一座为联通信号塔，地理坐标为 X=434195.63，Y=37467023.23。



照片 2.5-10　110kV 高压输电线路

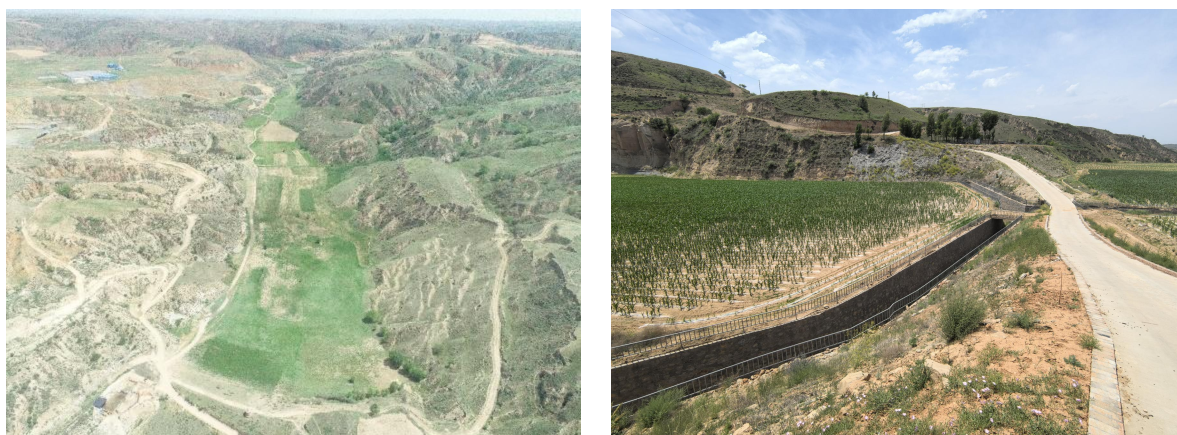


照片 2.5-11　35kv 高压输电线路镜向

（四）淤地坝

该淤地坝位于井田西北边界的板墩沟内，面积约 0.06km^2，土坝高 20m，主要坝型为黄土均质坝，上游坡比 1:2，下坡比 1:3，用以拦蓄径流泥沙、控制沟蚀，充分利用水沙资源，改变农业生产基本条件，改善当地生态环境，促进区域经济发展，是该

地区一项独特的水土保持工程措施，也是一种淤地种植的坝工工程，见照片 2.5-14。



照片 2.5-14　淤地坝

本方案适用期开采涉及到的人类工程活动主要为：适用期内受开采影响的输电线路长度约 279m；处于近期影响范围内的乡村道路长度约为 3458m；因煤矿原开采范围与“杜松保护区”存在重叠，2024 年 3 月，煤矿退出了与杜松保护区重叠区域的矿权，杜松保护区面积为 0.3764km^2。矿山及周边人类工程活动详见图 2.5-1。

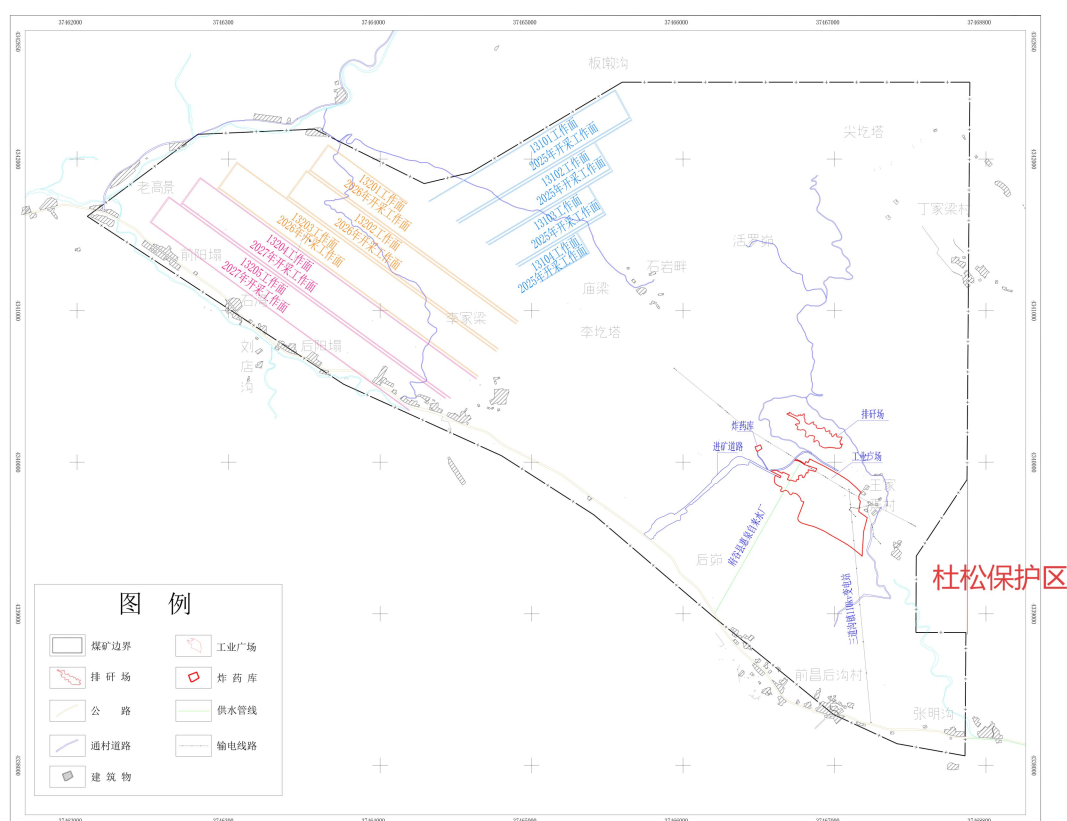


图 2.5-1　矿山及周边人类工程活动图

六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析

（一）原矿山地质环境保护与恢复治理方案和土地复垦方案实施情况

2018 年 3 月，亿隆煤矿委托陕西工程勘察研究院有限公司编制《府县煤化工集团亿隆矿业有限公司矿山地质环境保护与土地复垦方案》(以下简称“《两案》”)考虑到亿隆矿井剩余服务年限不足 10 年，将《两案》含闭矿及管护期一次编完，确定适用期为 16.0a，即 2019 年~2034 年，并于 2019 年 1 月获得公告(陕自然资公告[2019]3 号)。由于煤矿生产发生变化，原《两案》已无法指导矿山开展矿山地质环境保护与土地复垦工作，矿山企业申请适用期验收。根据相关规定，专家组确认本次验收适用期为 5 年(2019-2023 年)。

亿隆煤矿《两案》适用期为 2019 年-2023 年，共布置 21 项工程，其中矿山地质环境治理工程类 11 项，主要为 B1、B2、B3、B4、B5、B6、B8、B10、N1 不稳定地质体治理、地面裂缝充填工程、受损线路及道路修复工程；土地复垦工程类 5 项，主要为采空塌陷区土地复垦、废弃压占损毁土地复垦、农村宅基地搬迁复垦、含水层监测、复垦效果监测工程；管护工程(每年 1 项，共 5 项)。《两案》适用期矿山地质环境保护与土地复垦估算静态总投资为 10894.21 万元，其中矿山地质环境保护静态总投资 1452.95 万元，矿山土地复垦静态总投资 9441.26 万元。

2019-2021 年度，煤矿未编制年度实施计划，由亿隆煤矿自行实施矿山地质环境治理工作，未经府谷县自然资源和规划局评审及备案。

2021 年 7 月，亿隆煤矿委托陕西地矿区研院有限公司编制完成了《府谷县煤化工集团亿隆矿业有限公司亿隆煤矿矿山地质环境治理恢复与土地复垦 2022 年度计划及施工图设计》(以下简称“《2022 年度单项设计》”)，府谷县自然资源和规划局邀请有关专家及相关管理部门代表组成评审组进行了评审，并出具了专家组意见；《2022 年度单项设计》布置了 6 项工程，计划投资 1443.77 万元，2023 年 4 月，亿隆煤矿委托陕西地矿区研院有限公司编制完成了《府县煤化工集团亿隆矿业有限公司亿隆煤矿矿山地质环境治理恢复与土地复垦 2023 年度计划及施工图设计》(以下简称“《2023 年度单项设计》”)，府谷县自然资源和规划局邀请有关专家及相关管理部门代表组成评审组进行了评审，并出具了专家组意见：《2023 年度单项设计》布置了 11 项工程，计

划投资 2377.11 万元。

1、《两案》适用期部署情况概况

针对不同治理区的地质环境问题及土地损毁的形式、强度及其影响程度，按照轻重缓急、分阶段实施的原则合理布设防治措施，建立工程、生物化学、监测与管护的地质环境治理与土地复垦体系。针对现有不稳定地质体和损毁土地，结合未来采矿过程中可能出现的矿山地质环境问题及土地损毁情况，具体工作部署包括以下几方面内容：

（1）矿山环境恢复治理

①实施板墩沟泥石流（N1）隐患预防工程；

②对排矸场实施预防工程；

③对沉陷区地面裂缝进行充填；

④修复沉陷区内受损输电线路及道路；

⑤对崩塌隐患、泥石流隐患及矿山地面塌陷区设置警示牌。

⑥对崩塌隐患 B1、B2、B3、B4、B5、B6、B8、B10 进行防治；

⑦布置土地损毁监测点以及进行土地损毁监测；

⑧布置地下水监测点以及进行水文监测；

⑨布置水土环境监测点以及进行监测；

⑩实施地形地貌遥感监测；

⑪封闭主井、副井和风井；

（2）土地复垦

①对原废弃工业场地进行构筑物砌体拆除、垃圾清运、平整场地、客土覆土、土地翻耕、土壤培肥；

②对沉陷损毁的其它工矿废弃场地、废弃村庄进行构筑物砌体拆除、垃圾清运、平整场地、客土覆土、土地翻耕、土壤培肥；

③对排土场进行场地平整、客土覆土、林草植被恢复；

④对沉陷损毁区进行表土剥覆、土地平整、土地翻耕、土壤培肥、乔灌草植被恢复；

⑤对闭矿后不留续的的工业场地、炸药库、高位水池进行拆除、垃圾清运、平整

场地、客土覆土、土地翻耕、土壤培肥等；

⑥对闭矿后不留续的的排矸场进行平整场地、客土覆土、林草植被恢复；

⑦布设土地损毁监测点及进行监测；

⑧复垦后进行复垦效果监测和林草抚育管护工作。

2、年度验收情况

2023 年 2 月，府谷县自然资源和规划局组织专家组和有关部门代表，在府谷县亿隆煤矿召开验收会议，对府谷县亿隆煤矿提交的《府谷县煤化工集团亿隆矿业有限公司矿山地质环境保护与土地复垦 2022 年度验收报告》中已实施的工程进行现场验收，并于 2023 年 7 月 10 日形成验收意见。

2024 年 12 月，府谷县自然资源和规划局组织专家组和有关部门代表，在府谷县亿隆煤矿召开验收会议，对府谷县亿隆煤矿提交的《府谷县煤化工集团亿隆矿业有限公司矿山地质环境保护与土地复垦 2023 年度验收报告》中已实施的工程进行现场验收，并于 2025 年 1 月 18 日形成验收意见。

（1）年度验收专家组认定经费、分年度认定经费

经专家组认定，各年度已实施的项目基本能严格按照规范、施工设计进行施工，整体效果良好。工程管理中工程计量等手续基本完备，竣工报告等内容基本齐全，基本与实务工程相符。

由陕西嘉诚荣升工程项目管理有限公司对亿隆煤矿 2022、2023 年实施工程进行了审计，经专家评定后，对申请验收经费进行了核减，2022 年专家认定共计 12 个项目，其中施工类 6 项，技术服务类 6 项，经费共计 1370.51 万元；2023 年专家认定共计 11 个项目，其中施工类 6 项，技术服务类 5 项，经费 1722.23 万元，（见表 2.6-1）。

表 2.6-1　2022 年度部署项目验收一览表

序号	项目名称	设计总投资/万元	竣工报送价/元	审计决算价/元
1	崩塌隐患点 B1 治理工程	59.24	48.90	48.89
2	崩塌隐患点 B8 治理工程	216.77	176.16	174.41
3	板墩沟泥石流（N1）隐患预防工程	631.67	544.12	542.00
4	TX3 采空塌陷区地面裂缝充填工程	128.74	110.06	100.76

序号	项目名称	设计总投资/万元	竣工报送价/元	审计决算价/元
5	石岩畔村土地复垦项目	187.19	160.24	158.21
6	张明沟村过水路面工程	220.16	185.96	185.96
7	勘察设计费	《设计》列支于项目总投资，不单独计列	61.27	60.51
8	监理费		36.76	36.31
9	结算编制费		9.80	9.68
10	工程量复核费		8.58	8.47
11	决算审计服务费		6.13	6.05
12	业主管理费		39.74	39.25
总计		1443.77	1387.72	1370.51

表 2.6-2　2023 年度部署项目验收一览表

序号	工程项目	设计总投资/万元	送审价/万元	验收专家组定价/万元
一	工程建安投资			
1	主井口崩塌治理工程	41.4	34.24	34.24
2	采空塌陷区石岩畔道路修复工程	312.4	295.76	292.23
3	张明沟村过水路面王家鄢段治理工程	145.01	127.99	124.26
4	原元丰焦化厂废弃工业场地复垦工程	126.41	117.77	84.51
5	原海天焦化厂复垦及开发式治理工程	826.64	768.96	760.68
6	原同鑫焦化厂复垦及开发式治理工程	341.47	298.42	297.21
	小计	1793.33	1643.14	1593.13
二	其他费用			
1	勘察设计	《设计》列支于项目总投资，不单独计列	73.6	59.4732
2	监理		54.82	47.7939
3	土壤检测		3.5	3.5
4	工程量复核		10.69	10.6925
5	决算审计服务		7.64	7.6375
	小计		150.25	129.0971
	合计	1793.39	1793.394	1722.227

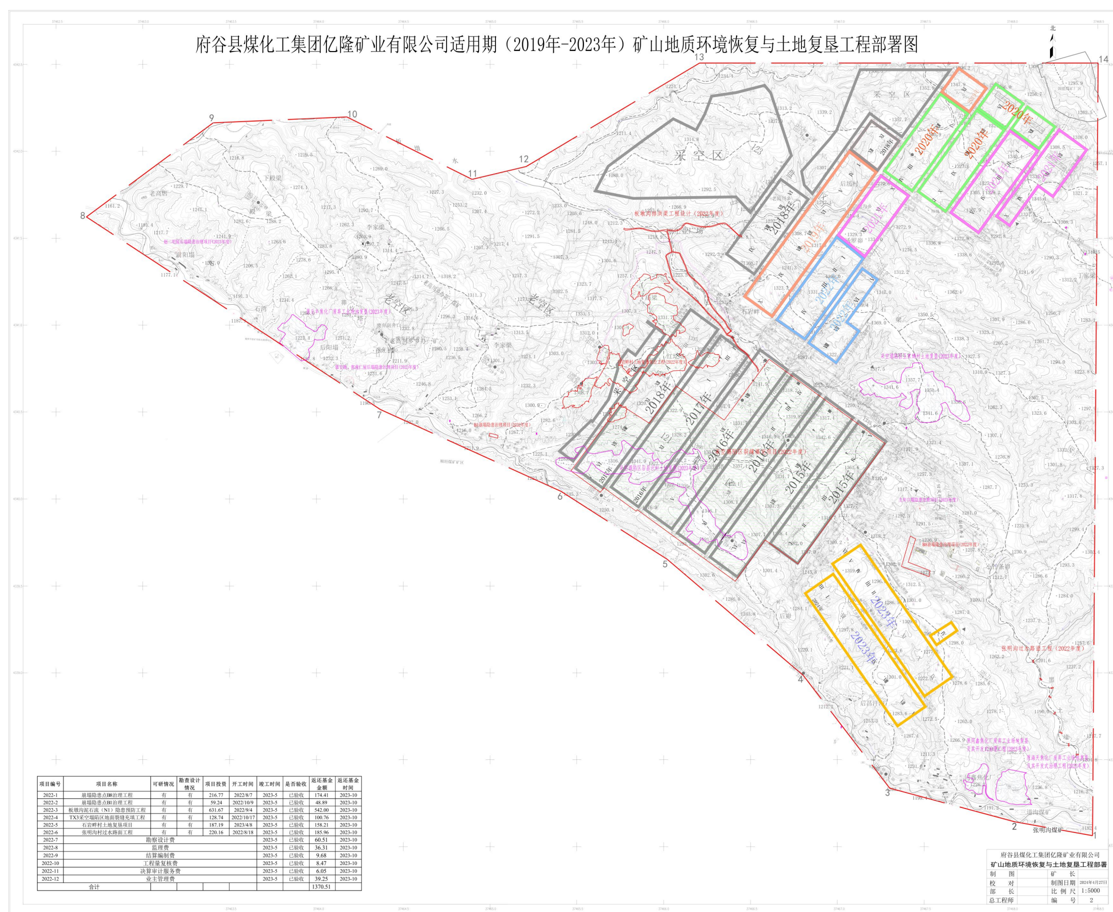
3、《两案》执行情况

表 2.6-3 《两案》项目执行情况表

<table>
<tr><th>年度</th><th>项目类型</th><th>方案部署</th><th>执行情况</th><th>执行年度</th><th>年度工程名称</th><th>基金使用</th></tr>
<tr><td rowspan="11">2019年</td><td rowspan="4">矿山地质环境治理</td><td>板墩沟泥石流（N1）隐患预防工程</td><td>已执行</td><td>2022 年</td><td>板墩沟泥石流（N1）隐患预防工程</td><td>631.67</td></tr>
<tr><td>修复 Tx3 区内受损的输电线路及道路;</td><td>已执行</td><td>2023 年</td><td>采空塌陷区石岩畔村道路修复工程</td><td>312.4</td></tr>
<tr><td>崩塌隐患、泥石流隐患及地面塌陷区周边设置警示牌</td><td>已执行</td><td>2022 年</td><td>TX3 采空塌陷区地面裂缝充填工程</td><td>128.74</td></tr>
<tr><td>TX3 区地面裂缝充填工程</td><td>已执行</td><td>2022 年</td><td>TX3 采空塌陷区地面裂缝充填工程</td><td>128.74</td></tr>
<tr><td rowspan="3">土地复垦</td><td rowspan="3">原废弃工业场地进行复垦</td><td rowspan="3">已执行</td><td rowspan="3">2023 年</td><td>原元丰焦化厂废弃工业场地复垦工程</td><td>126.41</td></tr>
<tr><td>原海天焦化厂废弃工业场地复垦及其配套开发式治理工程</td><td>826.64</td></tr>
<tr><td>原同鑫焦化厂废弃工业场地复垦及其配套开发式治理工程</td><td>341.47</td></tr>
<tr><td rowspan="3">监测</td><td>含水层水位、流量、水质监测</td><td rowspan="2">未执行</td><td rowspan="2">/</td><td rowspan="2">/</td><td rowspan="2">0</td></tr>
<tr><td>水、土环境监测</td></tr>
<tr><td>土地复垦监测工程</td><td>煤矿自行巡查、未使用基金</td><td>2022、2023 年</td><td>矿区地质环境监测</td><td>0</td></tr>
<tr><td rowspan="6">2020年</td><td rowspan="6">矿山地质环境治理</td><td rowspan="3">崩塌隐患 B1、B2、B8 进行防治</td><td>已执行</td><td>2022</td><td>崩塌隐患点 B1 治理工程</td><td>48.89</td></tr>
<tr><td>已执行</td><td>2022 年</td><td>崩塌隐患点 B8 治理工程</td><td>216.77</td></tr>
<tr><td>已实施，由府谷县交通局负责</td><td>2023 年</td><td>崩塌隐患点 B2 治理工程</td><td>0</td></tr>
<tr><td>崩塌隐患 B3、B4 进行防治</td><td>矿山建设时自行修整，经地灾专项评估，无需执行</td><td>/</td><td>B3、B4 崩塌隐患治理工程</td><td>0</td></tr>
<tr><td>崩塌隐患 B5、B10 进行防治</td><td>未执行</td><td>/</td><td>B5、B10 崩塌隐患治理工程</td><td>0</td></tr>
<tr><td>2018 年开采 12106 工作面、12107 工作面区内出现的地面裂缝进行充填</td><td>已执行</td><td>2022 年</td><td>TX3 采空塌陷区地面裂缝充填工程</td><td>128.74</td></tr>
</table>

年度	项目类型	方案部署	执行情况	执行年度	年度工程名称	基金使用
	土地复垦	对 2018 年开采沉陷损毁区进行复垦	已执行	2022 年	石岩畔村土地复垦项目	187.19
			未执行	2023 年	采空区后昌汗村土地复垦工程	0
			未执行	2023 年	采空区王家鄢村土地复垦工程	0
	监测	含水层水位、流量、水质监测	未执行	/	/	0
		水、土环境监测				
		土地复垦监测工程	煤矿自行巡查、未使用基金	2022、2023 年	矿区地质环境监测	0
2021 年	土地复垦	对 TX3 已沉陷损毁区进行复垦	已执行	2022 年	TX3 采空塌陷区地面裂缝充填工程	128.74
	监测	含水层水位、流量、水质监测	未执行	/	/	0
		水、土环境监测				
		土地复垦监测工程	煤矿自行巡查、未使用基金	2022、2023 年	矿区地质环境监测	0
2022 年	监测	含水层水位、流量、水质监测	未执行	/	/	0
		水、土环境监测				
		土地复垦监测工程	煤矿自行巡查、未使用基金	2022、2023 年	矿区地质环境监测	0
2023 年	监测	含水层水位、流量、水质监测	未执行	/	/	0
		水、土环境监测				
		土地复垦监测工程	煤矿自行巡查、未使用基金	2022、2023 年	矿区地质环境监测	0

亿隆煤矿适用期已实施及验收工程 12 项，其中矿山地质环境治理工程 4 项，土地复垦工程 5 项，其他类工程 3 项。《方案》部署工程（9 项）和新增工程情况（3 项）见照片 2.6-1，工程部署图见图 2.6-1。



项目编号	项目名称	可研情况	勘查设计情况	项目投资	开工时间	竣工时间	是否验收	返还基金金额	返还基金时间
2022-1	崩塌隐患点B8治理工程	有	有	216.77	2022/8/7	2023-5	已验收	174.41	2023-10
2022-2	崩塌隐患点B1治理工程	有	有	59.24	2022/10/9	2023-5	已验收	48.89	2023-10
2022-3	板墩沟泥石流（N1）隐患预防工程	有	有	631.67	2022/9/4	2023-5	已验收	542.00	2023-10
2022-4	TX3采空塌陷区地面裂缝充填工程	有	有	128.74	2022/10/17	2023-5	已验收	100.76	2023-10
2022-5	石岩畔村土地复垦项目	有	有	187.19	2023/4/8	2023-5	已验收	158.21	2023-10
2022-6	张明沟村过水路面工程	有	有	220.16	2022/8/18	2023-5	已验收	185.96	2023-10
2022-7	勘察设计费					2023-5	已验收	60.51	2023-10
2022-8	监理费					2023-5	已验收	36.31	2023-10
2022-9	结算编制费					2023-5	已验收	9.68	2023-10
2022-10	工程量复核费					2023-5	已验收	8.47	2023-10
2022-11	决算审计服务费					2023-5	已验收	6.05	2023-10
2022-12	业主管理费					2023-5	已验收	39.25	2023-10
合计								1370.51	

图 2.6-1 上期方案工程部署图

（1）板墩沟泥石流（N1）隐患预防工程



照片 2.6-1　板墩沟泥石流（治理前）



照片 2.6-2　板墩沟泥石流（治理后）

（2）采空塌陷区石岩畔道路修复工程



照片 2.6-3　石岩畔道路修复（治理前）





照片 2.6-4　石岩畔道路修复（治理后）

（3）采空塌陷区裂缝填充工程



照片 2.6-5　TX3 裂缝充填工程（治理前）





照片 2.6-6　TX3 裂缝充填工程（治理后）

（4）原元丰焦化厂废弃工业场地复垦工程



照片 2.6-7　工业场地复垦工程（治理前）



照片 2.6-8　工业场地复垦工程（治理后）

（5）原海天焦化厂废弃工业场地复垦及其配套开发式治理工程



照片 2.6-9　开发式治理工程（治理前）



照片 2.6-10　开发式治理工程（治理后）

（6）原同鑫焦化厂废弃工业场地复垦及其配套开发式治理工程



照片 2.6-11　开发式治理工程（治理前）



照片 2.6-12　开发式治理工程（治理后）

（7）崩塌隐患点 B1 治理工程



照片 2.6-13　B1 崩塌（治理前）



照片 2.6-14　B1 崩塌（治理后）

（8）崩塌隐患点 B8 治理工程



照片 2.6-15　B8 崩塌（治理前）



照片 2.6-16　B8 崩塌（治理后）

（9）石岩畔村土地复垦项目



照片 2.6-19　石岩畔村土地复垦（治理前）



照片 2.6-20　石岩畔村土地复垦（治理后）

4、已公告《两案》适用期治理工程与本《两案》衔接情况说明

根据表 2.6-2，已公告《两案》适用期部署工程，未完成工程 7 项，其中 B3 崩塌和 B4 崩塌工程施工过程产生的用地与村民无法达成统一意见，矿方经 3 年人工巡查，坡体未发生强烈变形，并委托相关技术单位对 B3、B4 进行了危险性评估，得出 B3、B4 处于基本稳定状态；B5 崩塌和 B10 崩塌纳入本期《两案》矿山地质环境恢复治理工程，B6 崩塌纳入本期《两案》土地复垦工程；后昌汗村采空塌陷区土地复垦工程、王家嫣村采空塌陷区土地复垦工程，榆林市人民政府印发的关于《全市煤矿和危化品安全生产工作推进会议》精神，暂缓实施。

5、基金使用情况说明

亿隆煤矿 2022 年度结合《方案》适用期工程布置及已完成情况、现场调查存在的

地质环境问题及土地损毁情况、土地利用现状和井下对照图，综合考虑矿山企业账户资金情况以及周边村民治理意向等因素，2022 年部署实施了 6 项治理工程，2023 年 10 月完成该 6 项工程验收工作，使用基金　　　　万元。

2023 年度结合《方案》适用期工程布置及 2022 年部署工程完成情况、现场调查存在的地质环境问题及土地损毁情况、土地利用现状和井下对照图，综合考虑矿山企业账户资金情况以及周边村民治理意向等因素，2023 年部署实施了 11 项治理工程，2024 年 12 月完成工程验收工作，认定使用基金　　　　万元。

综上，截止当前（2025 年 3 月），亿隆煤矿共认定使用基金　　　　万元。实际提取基金　　　　万元，账户余额　　　　万元。

表 2.6-4 亿隆煤矿矿山地质环境治理与土地复垦基金使用情况一览表

时间	期初余额/万元	计提金额/万元	实际提取金额/万元	使用/万元	余额/万元
2018					
2019					
2020					
2021					
2022					
2023					
2024					
2025					
合计					

（三）周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析

为了更好地做好矿山地质环境保护及土地复垦工作，项目组调研了该方面工作表现突出的陕西涌鑫矿业有限责任公司安山煤矿，现场咨询和调查了该矿的地质环境治理及土地复垦工作。

1）不稳定地质体治理工程

安山煤矿针对工业场地的高边坡隐患清理土方、修建浆砌石护坡、坡面挂网喷砼，将其危险性降低，见照片 2.6-21



照片 2.6-21 隐患治理工程前后照片

2）塌陷坑、地裂缝治理工程

安山煤矿土地复垦责任区面积为 1941.030hm^2，包括沉陷区土地 1938.530hm^2 和矸石压占地 2.500hm^2。土地复垦方案主要包括排矸场复垦、道路裂缝充填、耕地复垦等。主要措施为“裂缝充填+表土剥覆+土地平整+土壤培肥+林草地恢复”，复垦见照片 2.6-22。



照片 2.6-21 土地复垦前后照片

（四）取得的经验及教训

亿隆煤矿通过多年的实践，摸索出了适合本矿实际的矿山地质环境治理与土地复垦经验。

1、地面塌陷及地裂缝治理复垦工程在未稳沉时进行临时裂缝填充等措施进行治理，在稳沉后继续进行治理；

2、采空地面塌陷损毁区分为中度损毁区和轻度损毁区，中度损毁区主要分布于采空塌陷区四周，对于已形成大于 0.5m 错台的裂缝，采取错台下部裂缝进行回填，错台保留为田坎，减少对地块土壤的工程扰动；对于小于 0.5m 错台裂缝，主要采用挖高填低、开挖裂缝充填、平整覆土、植被恢复工程，尽量恢复地块平整度。轻度损毁区涉及面积大，主要位于塌陷盆地。经过与土地损毁权属人交流，轻度损毁区根据以往耕作经验，经过机械化深翻耕即可对轻微裂缝进行修复，保证耕作区土壤物理化学性质、土壤孔隙率、含水率不被破坏，因此轻度损毁区域不部署工程治理设计，仅对区内进行植被监测内容为植物生长势、高度、种植密度、成活率、郁闭度、生长量等。

3、临时压占及占用损毁土地复垦时，按照原地类进行复垦，保持物种多样性。

4、煤矿应对矿山不稳定地质体、含水层、地形地貌、水土环境、土地复垦治理效果等进行监测，定期对全矿区进行航拍制作正射图，准确掌握煤矿矿山地质环境动态变化情况及周期，进而有效地提出防治措施。

5、应完善矿山地质环境监测工程项目施工资料，并加强监测成果数据分析。依据数据分析结果，实施治理及复垦工程。并委托技术单位指导我矿规范巡查工作，明确巡查目的任务，安排人员对上年度塌陷区人工巡查和生态环境监测，实施掌握塌陷区自然恢复状况。

6、应加强组织机构运行管理，明确领导小组责任，保留机构运行记录、年度基金计提、使用计划等；并按照《陕西省矿山地质环境治理恢复技术要求与验收办法》（陕自然资规[2019]5 号），加强施工前、中、后的资料管理，并最终形成矿山地质环境保护与土地复垦成果汇总图。

7、加强人工巡查，应补充完善人工巡查表的巡查要求，尽可能填写监测数据，避免无效的监测。

第三章　矿山地质环境影响和土地损毁评估

一、矿山地质环境与土地资源调查概述

项目组在前期收集与分析上版《两案》、《土地利用现状图》、《地质灾害详细调查报告》和煤矿 1：10000 井上下对照图的基础上，2024 年 12 月 10 日～2024 年 12 月 25 日组织人员开展现场地质环境与土地利用情况调查与资料收集，2025 年 3 月 10 日～2025 年 3 月 20 日进行了补充调查，依据对矿山企业提供的资料，项目组对亿隆煤矿进行矿山地质环境及土地资源进行了调查，集中对亿隆煤矿井田内不稳定地质体、含水层、地形地貌等方面进行了详细调查、实地测量、定位拍照和记录，还对村庄进行人口及房屋情况的走访调查；对井田内旱地、果园、有林地、灌木林地、其他林地、天然牧草地、人工牧草地、其他草地、农村道路、水工建筑用地、设施农用地、裸地、村庄、采矿用地、风景名胜及特殊用地等现状及损毁情况进行了调查。矿山地质环境及土地资源概述如下：

（一）矿山地质环境调查概述

矿山地质环境野外调查主要包括地质环境调查、地形地貌调查、不稳定地质体调查、含水层调查、水土环境调查及人类工程活动调查。

评估区亿隆井田为黄土梁峁地貌，地形复杂、沟壑纵横。基岩在整合区西北部，东南部沟谷中局部出露。地势中部高，西部低。地貌分为黄土丘陵（黄土梁、黄土峁与黄土沟谷）地貌与河流地貌两个一级类型。评估区现状条件下共发育不稳定地质体 6 处：其中三处为上期《两案》不稳定地质体 B5、B6、B10，计划纳入本方案，地面塌陷 3 处（TX1-TX3）。

不稳定地质体及采矿引起的地裂缝、地面塌陷对当地居民及采矿活动有一定威胁；煤层开采产生的冒落带和导水裂隙带会对部分含水层的结构造成破坏，造成地下水位的下降，含水层疏干或半疏干，对地下含水层造成一定影响；矿山进行地下井工开采，易引发地面塌陷及伴生地裂缝、煤层开采及地面建设将会影响到原生地形地貌；采煤活动所排放的污废水废渣等容易导致水土环境质量下降。

（二）土地资源调查概述

评估区土地利用现状涉及 12 个一级类型和 25 个二级类型；耕地是矿区主要的土

地利用类型之一，多为旱地。农作物种类以玉米、谷子、豆类、土豆等为主。草地在矿区分布较多，主要为天然牧草地、人工牧草地及其他草地，草本植被主要有蒿类、狗尾草、胡子草等。交通用地面积很小，主要为公路用地及农村道路；水域及水利设施用地面积较小，主要为河流水面；其他土地面积较小，主要为设施农用地及裸地；城镇村及工矿用地用地面积较小，包括村庄、采矿用地、风景名胜及特殊用地。

现阶段采矿活动对土地资源的影响主要表现在矿山建设对土地资源的破坏及地面设施对土地资源的压占，矿区土地损毁范围内土地利用类型主要为耕地（旱地）以及园地、林地、草地等，矿山企业对部分已损毁土地进行了复垦，但大多压占损毁及沉陷损毁土地尚未复垦等。

二、矿山地质环境影响评估

（一）评估范围和评估级别

1、评估范围

评估范围的确定主要依据矿区地质环境条件和矿山生产活动对地质环境的影响。本矿山剩余的开采规划为地下井工开采，确定评估范围时，主要考虑矿山地面设施建设以及地下开采引发的地面塌陷及伴生地裂缝、采矿活动对含水层的影响破坏、对地形地貌景观、对土地资源的影响等因素综合确定。

根据矿山开采设计及矿区储量核实报告，依据矿山开采深度、煤层开采厚度及煤层空间分布等，根据该区域地表塌陷经验，经计算，亿隆煤矿地表最大水平影响半径为井田边界外约 83m，结合地形地貌、矿区及周边不稳定地质体发育特征，本次评估范围基本确定为矿区各边界外扩 83m，矿区东部无煤区不外扩，评估范围在井田北侧及南侧进入周边矿权范围，评估区面积 15.0461km^2，调查区面积是在评估区面积的基础上根据地形地貌、地表建筑物确定，最终确定调查面积 18.9296km^2，评估调查范围拐点坐标见表 3.2-1。

表 3.2-1　亿隆煤矿评估区范围拐点坐标一览表（2000 国家坐标系）

点号	纵坐标(X)	横坐标（Y）	点号	纵坐标(X)	横坐标（Y）
J1			J11		
J2			J12		
J3			J13		
J4			J14		
J5			J15		

点号	纵坐标(X)	横坐标（Y）	点号	纵坐标(X)	横坐标（Y）
J6			J16		
J7			J17		
J8			J18		
J9			J19		
J10					

2、评估级别

（1）评估区重要程度

根据集镇与居民情况、建筑交通设施、各类保护区及旅游景点、水源地和土地情况，按照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T0223-2011)附录 B，确定评估区的重要程度为**重要区**，评估区重要程度评定表见表 3.2-2。

（2）生产建设规模

根据《陕西省府谷县煤化工集团亿隆矿业有限公司资源储量核实报告》，亿隆煤矿设计生产能力 1.20Mt/a，根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T0223-2011)附录 B，亿隆煤矿为地下开采的**大型煤矿**。

表 3.2-2　评估区重要程度评定表

确定因素	重要区	较重要区	一般区	评估区	结论
集镇与居民	分布有 500 人以上的居民集中居住区	分布有 200～500 人以上的居民集中居住区	居民居住分散，居民集中居住区人口在 200 人以下	**8 个自然村，共有 190 户，552 人 (重要区)**	**重要区**
建筑与交通	分布有高速公路、一级公路、铁路、中型以上水利、电力工程及其它重要建筑设施	分布有二级公路、小型水利、电力工程或其它较重要建筑设施	无重要交通要道或建筑设施	**野（芦沟）～大（昌汗）县级公路（重要区）**	
各类保护区	矿区紧邻国家自然保护区（含地质公园、风景名胜区等）或重要旅游景点	紧邻省级、县级自然保护区或重要旅游景区（点）	远离各级自然保护区及旅游景区（点）	**紧邻府谷县级杜松自然保护区（较重要区）**	
水源地	有重要水源地	有较重要水源地	无较重要水源地	**无较重要水源地（一般区）**	
土地资源	破坏耕地、园地	破坏林地、草地	破坏其它类型土地	**破坏草地、耕地、林地等(重要区)**	
注：评估区重要度分级确定采取上一级别优先原则，只有一条符合者即为该级别。					

（3）地质环境复杂程度

根据地下水、矿床围岩与工业场地、地质构造、不稳定地质体、采空区、地形地貌情况，按照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T0223-2011)附录 C

表 C.1 列出上述条件的复杂程度，依据就高不就低的原则，确定评估区的地质环境条件复杂程度为**复杂**，评估区地质环境条件复杂程度评定表见表 3.2-3。

表 3.2-3　评估区地质环境条件复杂程度评定表

地质环境	评估区	判定级别	结论
含水层	本区地下水主要靠大气降水沿基岩露头、黄土层及砂层垂直渗入补给，此外，尚有地表水、凝结水、灌溉回渗及区外部分测向径流补给。本矿井充水水源主要为侏罗系延安组弱富水含水层，涌水方式主要为顶板滴水、淋水及帮煤渗水，主要表现在巷道掘进过程遇到顶板裂隙或回采中因顶板冒裂产生的裂隙均有滴、淋水情况发生。根据对矿井掘进和生产过程中的矿井涌水量观测，矿井目前正常涌水量为正常涌水量为 28.0m³/h，最大涌水量为 58.7m³/h，井下开采和排水较易造成煤层周围主要充水含水层破坏。	中等	**复杂**
工程地质条件	可采煤层围岩岩体以层状结构和块状结构为主，属中硬类岩石，岩石质量好，岩体较完整，稳定性较好。地表主要为风积砂、黄土和红土，局部为冲积层、基岩和烧变岩，多为散体结构和碎裂结构，井田地形地貌和地质构造简单，地层岩性单一，岩体结构多为互层状，可采煤层顶板多属半坚硬、坚硬的层状岩类，稳定性好，不易发生矿山工程地质问题。本次核实确定亿隆煤矿水文地质类型为裂隙含水层充水为主水文地质条件较简单的矿床（II类I型）。	中等	
地质构造	评估区内无大断裂构造，无岩浆活动痕迹，地层近水平产出，矿区构造简单。	简单	
不稳定地质体	现状条件下评估区内不稳定地质体共发育 6 处，分布在评估区内黄土沟壑区，矿山地质环境问题较多，危害中等。	中等	
采空区	亿隆煤矿现状条件下，采空区面积 4.0049km²，占评估区总面积的 28.6%。后期煤矿开采形成的采空区面积较大，采动影响强烈。	复杂	
地形地貌	评估区为黄土梁峁沟壑地貌，微地貌形态较复杂，地形起伏变化较大，有利于自然排水，地形坡度大部分小于 35°，开采范围内相对高差较大，地面倾向与岩层多为斜交。	复杂	

（4）地质环境影响评估分级

评估区重要程度属**重要区**，矿山生产建设规模属地下开采的**大型**煤矿，矿山地质环境条件复杂程度属**复杂**类型。根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T0223-2011 附录 A 表 A 确定，本建设工程矿山地质环境影响评估级别分级属**一级**。评估级别分级见表 3.2-4。

表 3.2-4　评估分级表

评估区重要程度	矿山生产建设规模	地质环境条件复杂程度		
		复杂	中等	简单
重要区	**大型**	**一级**	一级	一级
	中型	一级	一级	一级
	小型	一级	一级	二级
较重要区	大型	一级	一级	一级
	中型	一级	二级	二级
	小型	一级	二级	三级
一般区	大型	一级	二级	二级
	中型	一级	二级	三级
	小型	二级	三级	三级

（二）矿山不稳定地质体现状分析与预测

1、府谷县在册点和大核查点及原方案不稳定地质体分布情况

（1）在册点分布情况

评估区涉及府谷县，依据府谷县自然资源和规划局及陕西省地质灾害防治信息平台提供的动态更新数据，评估区内无在册点（图 3.2-1）。

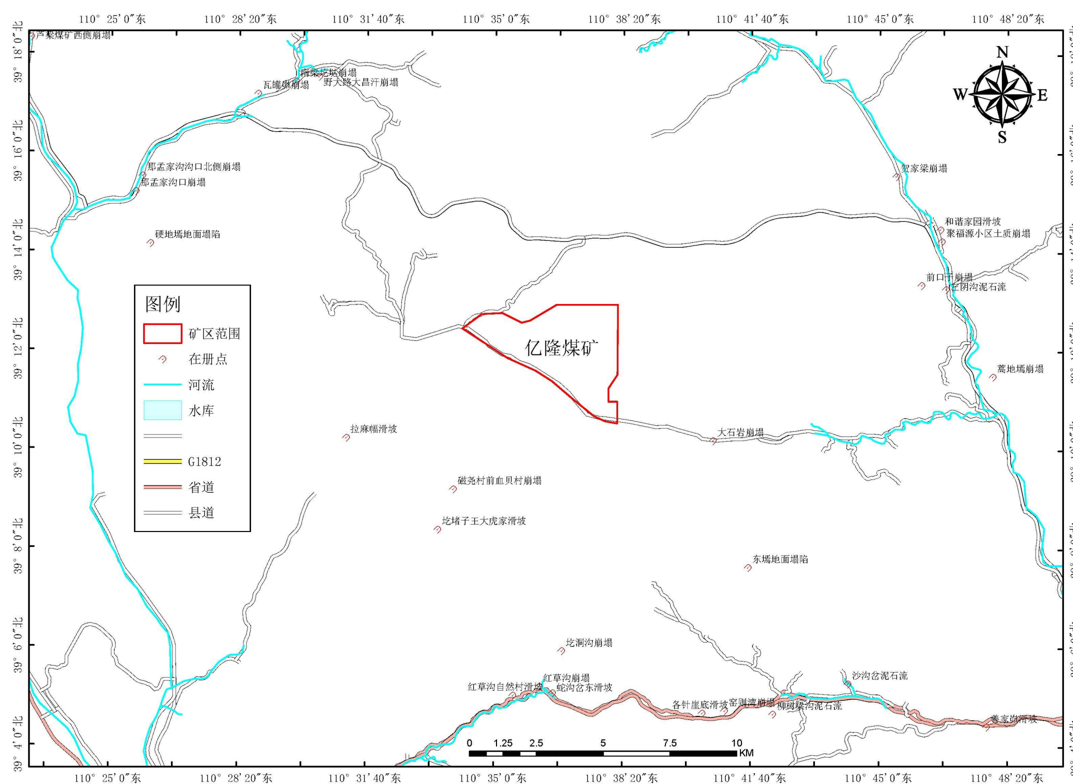


图 3.2-1　亿隆煤矿在册点分布图

（2）大核查点分布情况

评估区大核查点共发育 17 处灾害：其中高风险 2 处、中风险 5 处、低风险 10 处；高风险为 2 处崩塌均已实施工程治理、中风险为 5 处崩塌由榆林市下发府谷县风险大核查数据知，5 处崩塌治理措施为监测预警和群策群防；低风险为 3 处滑坡 7 处崩塌。

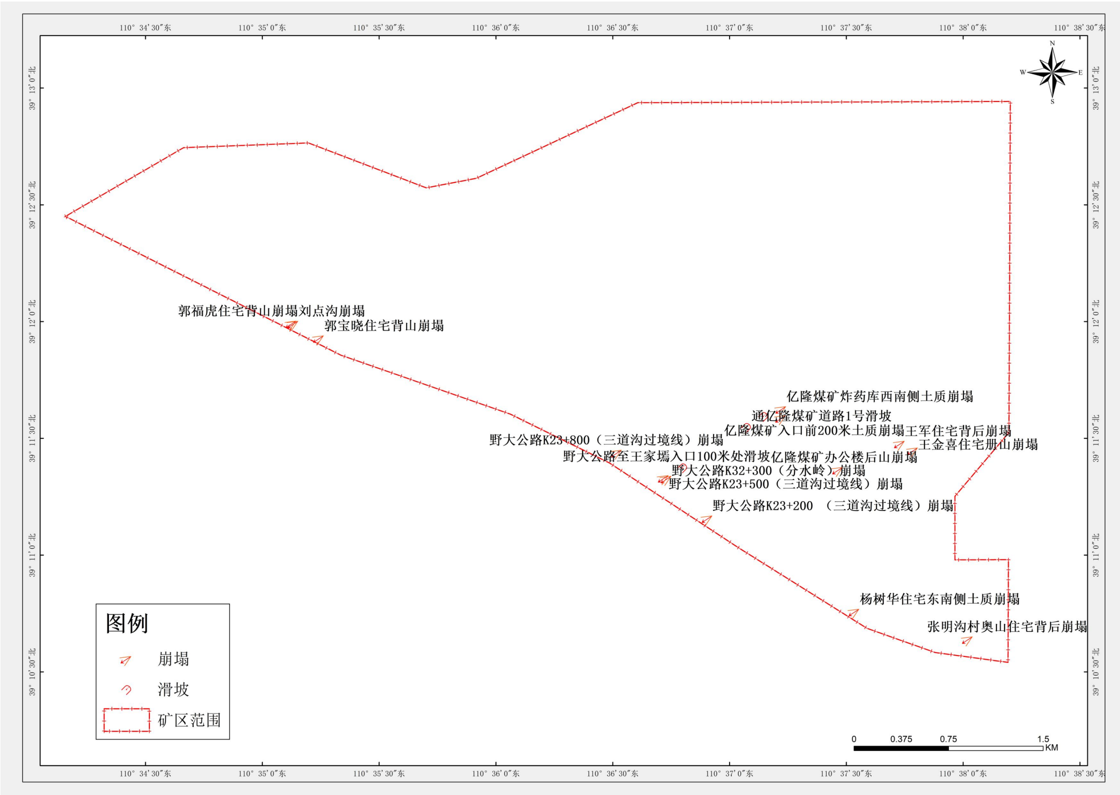


图 3.2-2　亿隆煤矿大核查点分布图

表 3.2.5　矿区影响范围内不稳定大核查点数据表

序号	任务名称	与《两案》关系	风险点编号	风险类型	组	危险程度	威胁对象	风险等级	防治措施
1	亿隆煤矿办公楼后山崩塌	/	FGX0389	崩塌	亿隆煤矿	很可能	煤矿相关区域	高	工程治理
2	郭宝晓住宅背山崩塌	/	FGX0396	崩塌	刘点沟	很可能	民房	高	工程治理
3	张明沟村奥山住宅背后崩塌	/	FGX0369	崩塌	张明沟组	很可能	民房	中	监测预警群测群防
4	杨树华住宅东南侧土质崩塌	/	FGX0834	崩塌	张明沟	可能	民房	中	监测预警群测群防
5	王金喜住宅侧山崩塌	/	FGX0387	崩塌	王家塬	很可能	民房	中	群测群防
6	王军住宅背后崩塌	/	FGX0388	崩塌	王家塬	可能	民房	中	监测预警群测群防

序号	任务名称	与《两案》关系	风险点编号	风险类型	组	危险程度	威胁对象	风险等级	防治措施
7	亿隆煤矿炸药库西南侧土质崩塌	B6	FGX0850	崩塌	亿隆煤矿炸药库	可能	煤矿相关区域	中	监测预警群测群防
8	野大公路K23+200 （三道沟过境线）崩塌	/	FGX0852	崩塌	后昌汗	可能	公路、铁路沿线	低	群测群防
9	野大公路K32+300（分水岭）崩塌	/	FGX0390	崩塌	后昌汗	可能	公路、铁路沿线	低	群测群防
10	野大公路K23+500（三道沟过境线）崩塌	/	FGX0841	崩塌	后昌汗	可能	公路、铁路沿线	低	群测群防
11	野大公路至王家墕入口 100 米处滑坡	/	FGX0843	滑坡	王家墕	可能	公路、铁路沿线	低	群测群防
12	野大公路K23+800（三道沟过境线）崩塌	/	FGX0837	崩塌	后昌汗组	可能	公路、铁路沿线	低	群测群防
13	通亿隆煤矿道路 1 号滑坡	B5	FGX0846	滑坡	王家墕	可能	公路、铁路沿线	低	群测群防
14	亿隆煤矿入口前200 米土质崩塌		FGX0849	崩塌	王家墕	可能	公路、铁路沿线	低	群测群防
15	通亿隆煤矿道路旁 2 号滑坡		FGX0847	滑坡	王家墕	可能	公路、铁路沿线	低	群测群防
16	刘点沟崩塌		FGX1181	崩塌	石拉板组	不可能	民房	低	群测群防
17	郭福虎住宅背山崩塌		FGX0398	崩塌	刘点沟	可能	民房	低	群测群防

（3）原《治理方案》中不稳定地质体分布情况

2019 年 1 月，矿山企业委托陕西工程勘察研究院编制了《府谷县煤化工集团亿隆矿业有限公司矿山地质环境保护与土地复垦方案》，方案中共有 9 处不稳定地质体，崩塌及崩塌隐患 8 处，泥石流隐患 1 处，B1～B6、B10 崩塌危险性中等，B8 崩塌危险性大，N1 泥石流隐患危险性小。

（4）本次调查不稳定地质体分布情况

根据现场调查，新发现了三处塌陷区 TX1、TX2、TX3（见表 3.2-6）

表 3.2-6 本次调查不稳定地质体分布情况说明表

序号	本次调查编号	与《详查》和《原方案》的关系	位置	灾点分类	规模
1	不稳定地质体 BT01	原方案中 B5	进矿道路旁		小型
2	不稳定地质体 BT02	原方案中 B10	进矿道路旁	崩塌	小型
3	不稳定地质体 BT03	原方案中 B6	炸药库旁		小型
5	TX1	新增	矿区北部		中型
6	TX2	新增	矿区东南部	地面塌陷	小型
7	TX3	新增	矿区中部		小型

2、本方案不稳定地质体现状评估

经本次野外调查，B1、B8 崩塌、N1 泥石流已治理；B2 崩塌已由府谷县交通局负责治理；B3、B4 崩塌因无法与土地权属人协调一致，矿方经连续 3 年人工巡查，未发现变形，委托技术单位进行危险性评估；B5、B10 因无法与土地权属人协调一致，且坡面坡顶分布“杜松”，经镇政府协商纳入本期《两案》不稳定地质体防治工程；B6 崩塌与村民征地问题无法达成统一意见，且坡面坡顶分布“杜松”，人工巡查 2 年未发生变形，且下部炸药库已废弃，矿方采用临时围挡的措施防止人畜进入，纳入本期《两案》土地复垦工程。

（1）不稳定地质体现状评估

评估区内发育不稳定地质体 3 处。评估区内不稳定地质体空间形态特征、结构及物质组成特征、变形破坏特征见下文。依据《地质灾害危险性评估规范》（DZ/T0286-2015）附表 D.3，区内发育 3 处不稳定地质体发育程度均为中等、危害程度均为中等、危险性均为中等。

1）不稳定地质体 BT01

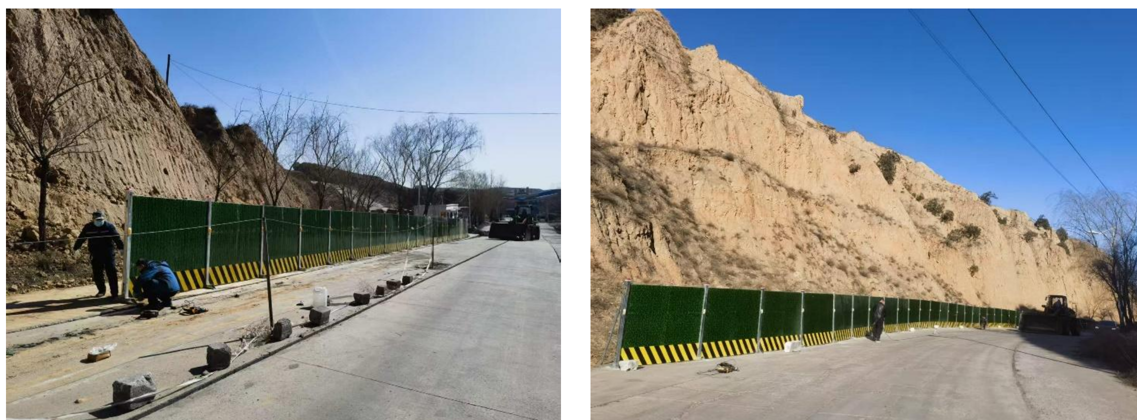
不稳定地质体 BT01（ ）发育于矿山进场道路西侧边坡，崩向 140°，整体坡度约 60°，高约 15m，宽约 450m，厚约 1-3m，体积约 13500m^3，为中型土质崩塌。崩塌隐患所在边坡为矿山 2011 年修筑进场道路开挖路堑所形成，边坡呈三级台阶状，单级坡高约 5.0m，每级坡顶留设有约 0.8m 宽马道，边坡坡顶地形较缓，植被茂密，因矿山开采引发的地面塌陷，坡顶分布有地面塌陷裂缝，地面采空塌陷区已趋于稳定，塌陷裂缝未发生变化。坡面岩土裸露，边坡下部为新近系上新统

静乐组红土，其结构疏松，强度低，抗水性差，易软化，上部为第四系风积黄土，垂直节理发育。该边坡上部为黄土，垂直节理发育，土质结构疏松，透水性强，下部为红土，结构疏松，强度低，抗水性差，易软化。人工切坡破坏了坡脚支撑力，坡脚剪应力集中，且边坡坡度较陡，降雨从节理裂隙渗入使得土体自重增加，有效应力降低，土体抗剪强度下降，在冻融及自身重力等其它作用下易发生滑塌。

现状条件下边坡整体处于欠稳定状态，局部已塌落，灾害发生的可能性较大。该灾害威胁矿山进场道路及过往车辆，受威胁人数大于 10 人，因此危害程度中等，现状评估灾害危险性中等。



照片 3.2-1　不稳定地质体 BT01 全貌（镜向 320°）



照片 3.2-2　不稳定地质体 BT01 临时工程

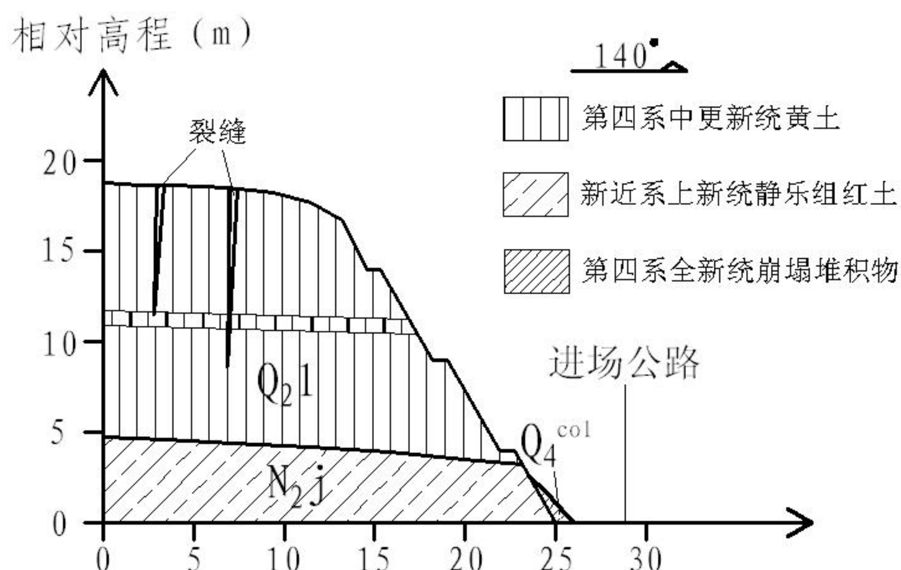


图 3.2-3　不稳定地质体 BT01 崩塌地质剖面图

2）不稳定地质体 BT02

不稳定地质体 BT02（　　　　　　　　　　　　　　　　）发育于矿山进场道路东侧边坡，崩向 330°，整体坡度约 60°，高约 15m，宽约 210m，厚约 1-3m，体积约 5040m^3，中小型土质崩塌。崩塌隐患所在边坡为矿山 2011 年修筑进场道路开挖路堑所形成，边坡呈三级台阶状，单级坡高约 5.0m，每级坡顶留设有约 1.0m 宽马道，边坡坡顶地形较，缓植被茂密，因矿山开采引发的地面塌陷，坡顶分布有地面塌陷裂缝，地面采空塌陷区已趋于稳定，及期塌陷裂缝未发生变化，坡面岩土裸露，边坡下部为新近系上新统静乐组红土，其结构疏松，强度低，抗水性差，易软化，上部为第四系风积黄土，垂直节理发育，现状调查边坡中部已发生崩塌，崩塌体堆积于坡脚，体积约 600m^3。

该边坡上部为黄土，垂直节理发育，土质结构疏松，透水性强，下部为红土，结构疏松，强度低，抗水性差，易软化。人工切坡破坏了坡脚支撑力，坡脚剪应力集中，降雨从节理裂隙渗入使得土体自重增加，有效应力降低，土体抗剪强度下降，在冻融及自身重力等其它作用下易发生崩落、滑塌。

现状条件下边坡处于欠稳定状态，灾害发生的可能性较大，灾害发育程度中等。该灾害威胁矿山进场道路及过往车辆，受威胁人数大于 10 人，可能直接经济损失小于 100 万元，因此危害程度中等，现状评估灾害危险性中等。



照片 3.2-3　不稳定地质体 BT02 全貌（镜向 170°）

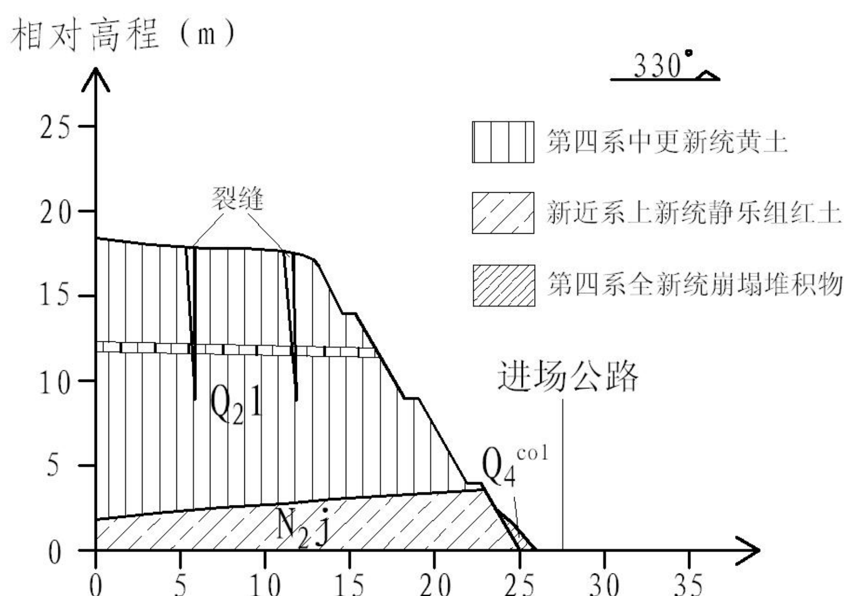


图 3.2-4　不稳定地质体 BT02 地质剖面图

5）中风险大核查点

根据大核查报告项目组对现场进行了调查，其中四处中风险点设置 GNSS 自动化监测，其余低风险的防治措施为群测群防。

①张明沟村奥山住宅背后崩塌

张明沟村奥山住宅背后崩塌（　　　　）位于张明沟村野大路北侧边坡带，崩向 110°，整体坡度约 48°，高约 14m，宽约 10m，厚约 1-3m，体积约 420m^3，为小型土质崩塌。

张明沟村奥山住宅背后崩塌坡顶地形较缓为耕地，上部为第四系风积黄土，垂直节理发育，土质结构疏松，透水性强。人工切坡破坏了坡脚支撑力，坡脚剪应力集中，且边坡坡度较陡，未做截排水设施，但未见土块掉落现象。现状条件下处于基本稳定状态，灾害发育程度为弱发育；该灾害主要威胁下方居民，受威胁人数小于 10 人，可

能直接经济损失小于 100 万元，因此危害程度小，现状评估灾害危险性小。



照片 3.2-4　张明沟村奥山住宅背后崩塌全貌

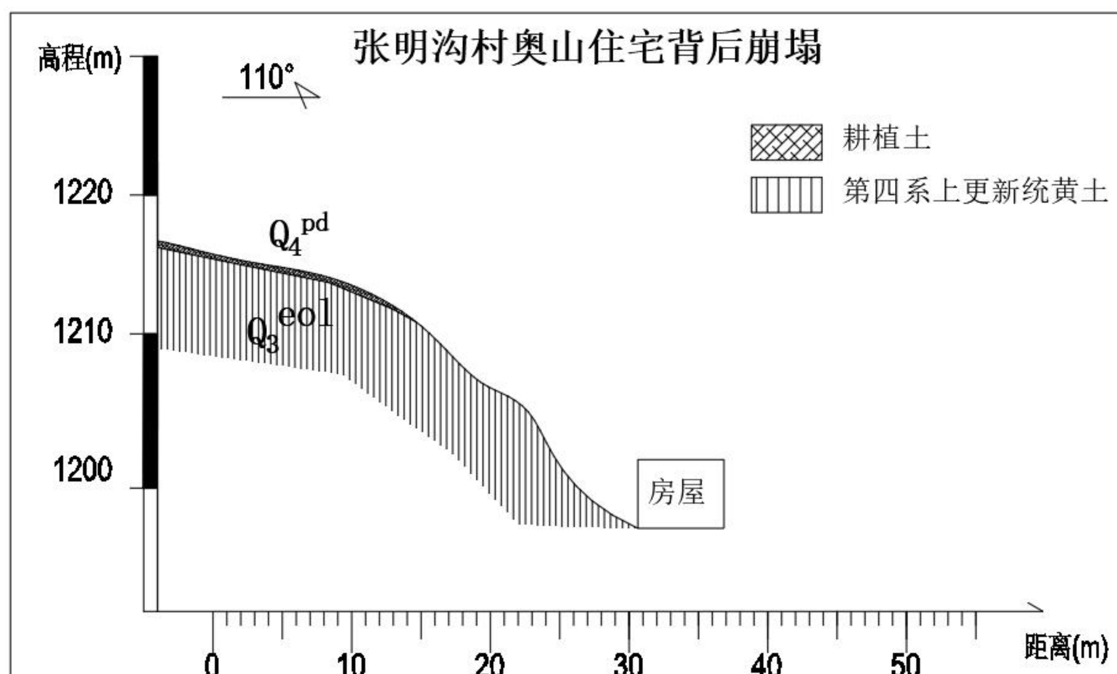


图 3.2-5　张明沟村奥山住宅背后崩塌剖面图

②杨树华住宅东南侧土质崩塌

杨树华住宅东南侧土质崩塌（　　　　　　　　　　　　　　　）位于张明沟村野大路北侧边坡带，崩向 170°，整体坡度约 50°，高约 20m，宽约 38m，厚约 1-3m，体积约 1520m³，为中型土质崩塌。

杨树华住宅东南侧土质崩塌坡顶地形较缓为耕地，上部为第四系风积黄土，垂直节理发育，土质结构疏松，透水性强。人工切坡破坏了坡脚支撑力，坡脚剪应力集中，且边坡坡度较陡，未做截排水设施，有局部土块掉落堆积于坡脚。现状条件下处于基本稳定状态，灾害发育程度为中等，该灾害主要威胁下方居民，受威胁人数小于 10

人，可能直接经济损失小于 100 万元，因此危害程度小，现状评估灾害危险性小。



照片 3.2-5　杨树华住宅东南侧土质崩塌

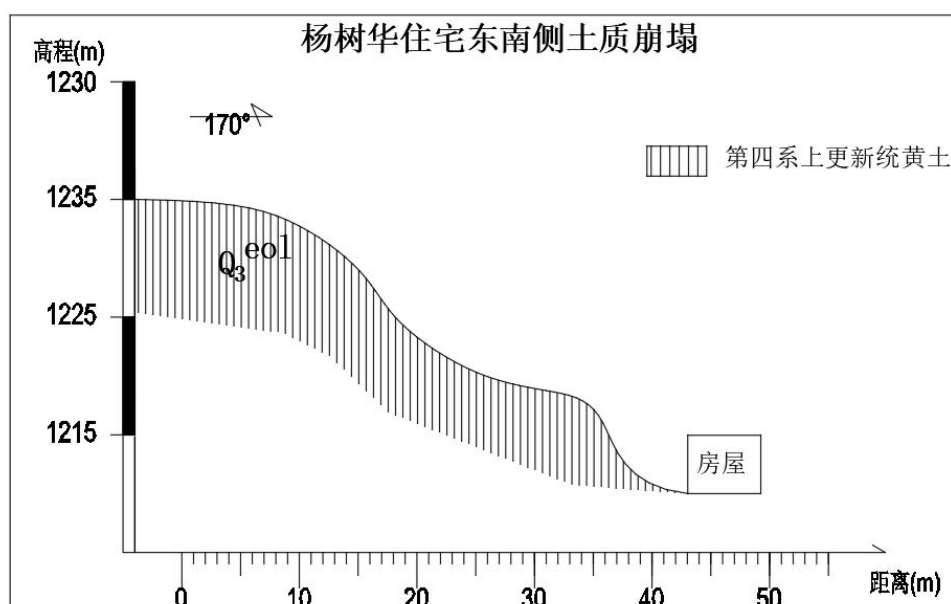


图 3.2-6 杨树华住宅东南侧土质崩塌剖面图

③王金喜住宅侧崩塌

王金喜住宅侧崩塌（　　　　　　　　　　）发育于王家嫣通村道路旁边坡带，崩向 140°，整体坡度约 50°，高约 15m，宽约 18m，厚约 1-3m，体积约 810m³，为小型土质崩塌。

杨王金喜住宅侧崩塌坡顶地形较缓为耕地，上部为第四系风积黄土，垂直节理发育，土质结构疏松，透水性强，居民已自行对该坡体进行削坡处理。现状条件下处于基本稳定状态，灾害发育程度为小，该灾害主要威胁下方居民，受威胁人数小于 10 人，可能直接经济损失小于 100 万元，因此危害程度小，现状评估灾害危险性小。



照片 3.2-6　王金喜住宅侧崩塌

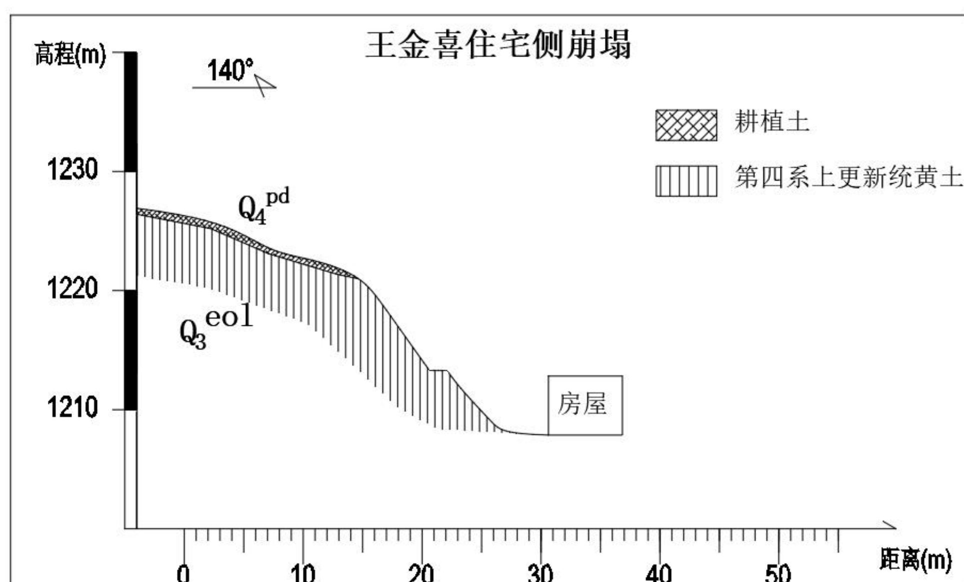


图 3.2-7　王金喜住宅侧崩塌

④王军住宅背后崩塌

王军住宅背后崩塌（X：　　　　　　　　　　　　　　）发育于王家嫣通村道路旁边坡带，崩向 120°，整体坡度约 52°，高约 18m，宽约 26m，厚约 1-3m，体积约 936m³，为小型土质崩塌。

王军住宅背后崩塌坡顶地形较缓为耕地，上部为第四系风积黄土，垂直节理发育，土质结构疏松，透水性强。坡体后缘处发育裂缝，村民在坡体中部修建了临时排水措施。现状条件下处于基本稳定状态，灾害发育程度为中等，该灾害主要威胁下方居民，受威胁人数小于 10 人，可能直接经济损失小于 100 万元，因此危害程度小，现状评估灾害危险性小。



照片 3.2-7　王军住宅背后崩塌

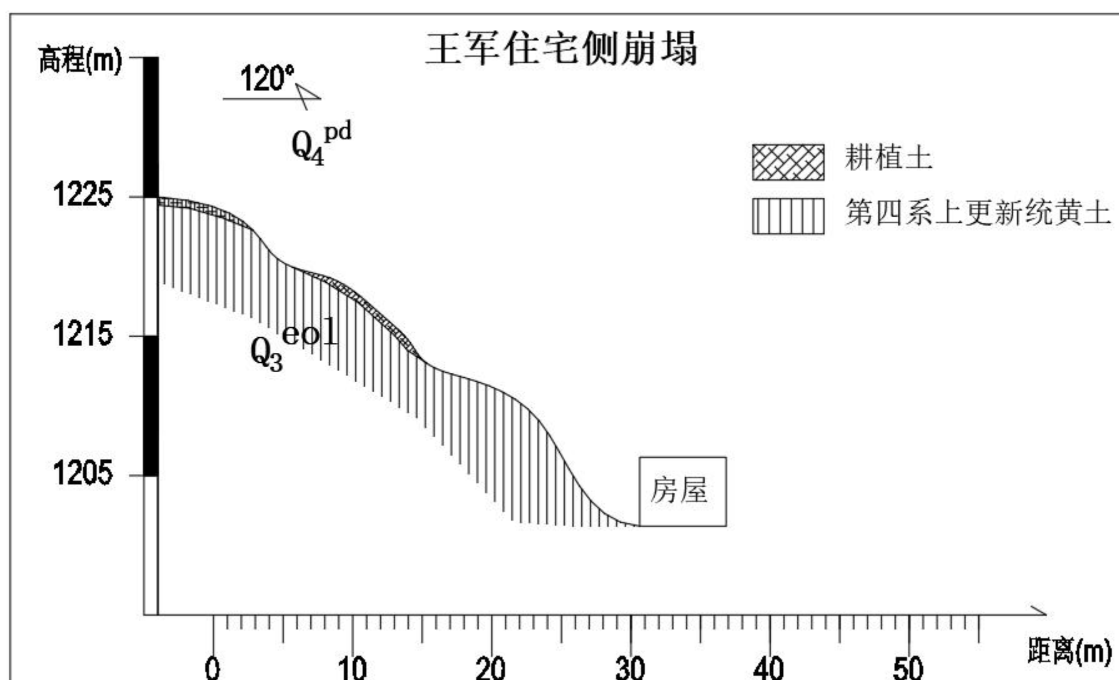


图 3.2-8　王军住宅背后崩塌

（2）地面塌陷特征及危险性现状评估

根据现场调查，亿隆煤矿大部分采空区已引起地面塌陷，细分为 TX1、TX2、TX3，三个地面塌陷及隐患区，面积共约 1.7875km²。

1）地面塌陷 TX1 不稳定地质体

地面塌陷 TX1 为亿隆煤矿 2019 年-2022 年开采 2^{-2} 煤形成，2^{-2} 煤层可采厚度 1.11～2.51m，平均 2.13m，煤层底板标高+1185～+1238m，埋深 0～134m，采用斜井开拓方式，各煤层均适宜采用长壁式机械化开采，全部垮落法管理顶板。

根据现场调查地面塌陷 TX1，形成时间 2022 年以前，面积为 1.1968km²，其中 12302-12306 工作面上方地表变形较为明显，对土地资源破坏较严重，地表局部存在地面塌陷，裂缝发育，地裂缝 15-20 条，地表裂缝长度约 10~40m，宽约 15~30cm，可见深度 1~2m，地表有开裂现象。采空区上部无重要建筑及道路等威胁对象，破坏土地及地形地貌景观。经实地调查、现场观测，调查区内由塌陷引发的裂缝广泛分布。在工作面边部，裂缝大多呈现出定向并列展布，走向与工作面走向大体一致。在工作面内部，裂缝与开采掘进方向正交，裂缝大多发育在坡顶和坡面处分为宏观裂缝和细观裂缝，宏观裂缝附近常常伴随发育较多的细观裂缝，项目区裂缝发育典型照片见 3.2-8，TX1 位置图见图 3.2-9。

该处采空区地面塌陷是由亿隆煤矿近年开采 2^{-2} 煤层形成，由于该采空区形成时间距今较近，据此次野外调查，其对地形地貌造成一定的影响破坏，且矿方目前未对 TX1 采空区地面塌陷不稳定地质体采取相应的监测治理等措施。同时，该区内无居民点及重要建筑设施等威胁对象。因此确定该地面塌陷不稳定地质体现状评估**危害程度中等，发育程度中等，危险性中等**。




照片 3.2-8　发育裂缝典型照片

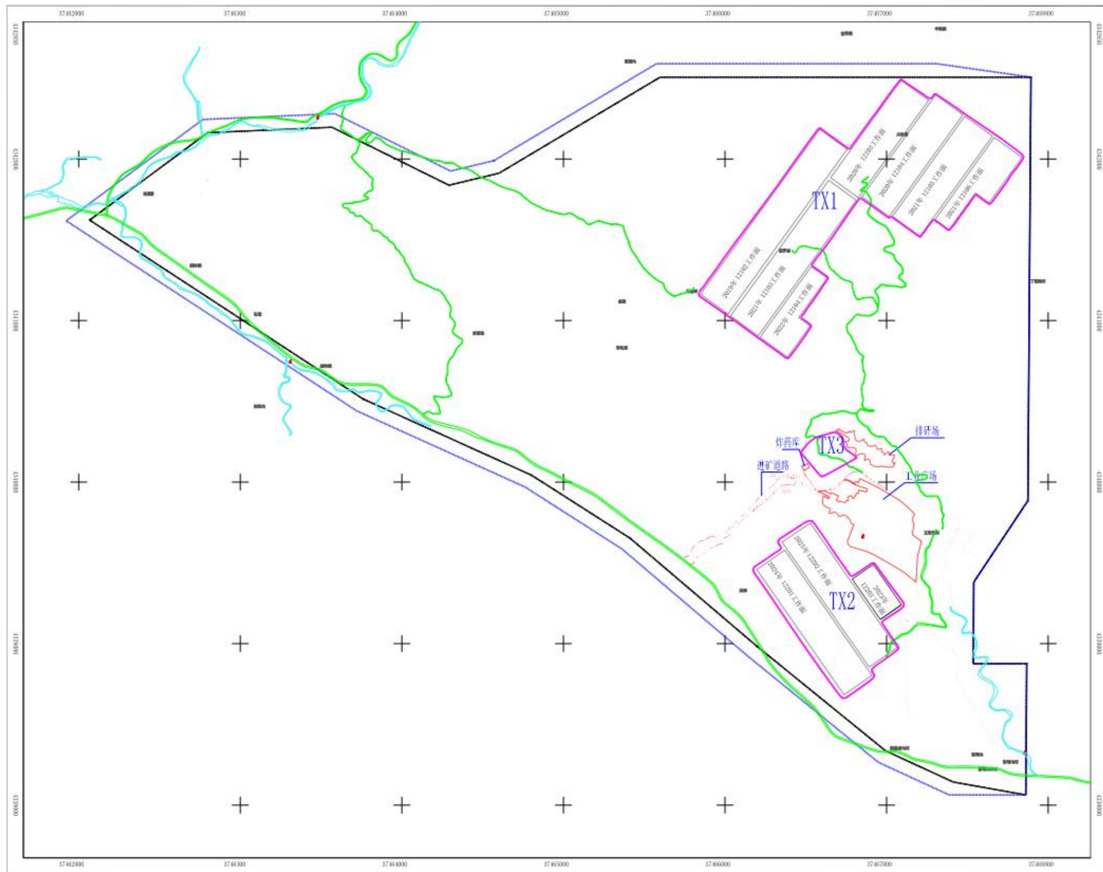


图 3.2-9　塌陷区 TX1~TX3 位置图

2）地面塌陷 TX2 不稳定地质体

地面塌陷 TX2 为亿隆煤矿 2023 年-2024 年开采 2^{-2} 煤形成，2^{-2} 煤层可采厚度 1.11～2.51m，平均 2.13m，煤层底板标高+1185～+1238m，埋深 0～134m，采用斜井开拓方式，各煤层均适宜采用长壁式机械化开采，全部垮落法管理顶板。

根据现场调查地面塌陷 TX2，形成时间 2024 年以前，面积为 0.5346km²，其中位于矿区东南的 12201-12203 工作面变形较为明显，地表局部存在地面塌陷，裂缝发育，采空区上部无重要建筑及道路等威胁对象，破坏土地及地形地貌景观。经实地调查、现场观测，调查区内由塌陷引发的裂缝广泛分布，裂缝发育 10-18 条，地表裂缝长度约 8~35m，宽约 10~25cm，可见深度 1~2m，地表有开裂现象。在工作面边部，裂缝大多呈现出定向并列展布，走向与工作面走向大体一致，项目区裂缝发育典型照片见 3.2-9，TX1 位置图见图 3.2-9。

该处采空区地面塌陷是由亿隆煤矿近年开采 2^{-2} 煤层形成，由于该采空区形成时间距今较近，据此次野外调查，其对地形地貌造成一定的影响破坏，且矿方目前未对 TX2 采空区地面塌陷不稳定地质体采取相应的监测治理等措施。同时，该区内无居民点及重要建筑设施等威胁对象。因此确定该地面塌陷不稳定地质体现状评估**危害程度中等，**

发育程度中等，危险性中等。



照片 3.2-9　发育裂缝典型照片

3）地面塌陷 TX3 不稳定地质体

地面塌陷 TX3 为亿隆煤矿 2024 年开采 2^{-2} 煤形成，2^{-2} 煤层可采厚度 1.11～2.51m，平均 2.13m，煤层底板标高+1185～+1238m，埋深 0～134m，采用斜井开拓方式，各煤层均适宜采用长壁式机械化开采，全部垮落法管理顶板。

根据现场调查地面塌陷 TX3，形成时间 2024 年以前，面积为 0.0561km^2，其中位于矿区中部，变形较为明显，地表局部存在地面塌陷，裂缝发育 5-10 条，地表裂缝长度约 15~45m，宽约 15~30cm，可见深度 1~2m，地表有开裂现象。采空区上部无重要建筑及道路等威胁对象，破坏土地及地形地貌景观。项目区裂缝发育典型照片见 3.2-10，TX3 位置图见图 3.2-9。

该处采空区地面塌陷是由亿隆煤矿近年开采 2^{-2} 煤层形成，由于该采空区形成时间距今较近，据此次野外调查，其对地形地貌造成一定的影响破坏，且矿方目前未对 TX2 采空区地面塌陷不稳定地质体采取相应的监测治理等措施。同时，该区内无居民点及重要建筑设施等威胁对象。因此确定该地面塌陷不稳定地质体现状评估**危害程度中等，发育程度中等，危险性中等。**



照片 3.2-10　发育裂缝典型照片

4）地面塌陷危险性分级

结合地面塌陷的发育程度和危害程度，依据不稳定地质体危险性分级表（表 3.2-8）进行判定，对评估区内地面塌陷 TX1~TX3 进行危险性评估为**危险性中等**。

3、地面建设工程遭受、引发不稳定地质体危险性预测评估

（1）地面建设工程可能遭受已有不稳定地质体危险性预测评估

1）工业广场遭受已有不稳定地质体危险性预测评估

亿隆煤矿工业广场基本设施以建设完善，上期两案部署项目主井口崩塌、B8 崩塌已治理完善，预测评估工业场地遭受不稳定地质体威胁的可能性小，危害程度小，**危险性小**。

2）排矸场遭受已有不稳定地质体危险性预测评估

排矸场位于亿隆煤矿工业场地西侧，根据现场调查，排矸场内无不稳定地质体发育，预测评估排矸场遭受不稳定地质体威胁的可能性小，危害程度小，**危险性小**。

3）炸药库遭受已有不稳定地质体危险性预测评估

亿隆煤矿炸药库位于亿隆煤矿工业场地西侧，根据现场调查，炸药库场地内发育崩塌 BT6，预测评估炸药库遭受不稳定地质体威胁的可能性中等，危害程度中等，**危险性中等**。

4）矿区道路遭受已有不稳定地质体危险性预测评估

矿山道路包括进场公路、炸药库道路、排矸场道路，根据现场调查，矿山道路内发育不稳定地质体 BT01、BT02，预测评估矿山道路遭受不稳定地质体威胁的可能性中等，危害程度中等，**危险性中等**。

（2）地面建设工程可能引发新不稳定地质体危险性预测评估

矿山现有生产生活设施已基本完善，后期无较大规模的拟建工程，因此矿山建设引发不稳定地质体的可能性小，危害程度小，**危险性小**。

4、采矿工程引发不稳定地质体预测

（1）采煤加剧地表塌陷变形量预测

本矿剩余储量开采工作面内无已有不稳定地质体发育（见图 3.2-8），剩余开采工作面与已有采空区之间均留设 50~100m 的隔离煤柱，拟开采区矿山生产对已有采空塌陷的影响的可能性小，**危险性小**。因此，采煤加剧已有不稳定地质体的可能性小，**危险性小**。

（2）采煤引发地表塌陷变形量预测模式及计算方法

a）地表沉陷的预测方法及模式

根据本井田的煤层赋存条件和井田开拓与井下开采方式等资料，以及《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程》安监总煤装[2017] 第 66 号中所列预计方法，本次评价采用概率积分法最大值预测方法进行地表变形量预测。模式如下：

最大下沉值：$W_{cm}= M\times q\times \cos\alpha$，mm

最大倾斜值：$i_{cm}= W_{cm}/r$ ，mm/m

最大曲率值：$K_{cm}=1.52\times W_{cm}/r^2$，$10^{-3}$/m

最大水平移动值：$U_{cm}=b\times W_{cm}$，mm

最大水平变形值：$\varepsilon_{cm}=1.52\times b\times i_{cm}$，mm/m

上式中：M—煤层开采厚度，m；

H—煤层埋藏深度，m；

α—煤层倾角，为 1°；

r—开采影响半径，m；

r = H/tgβ；q—下沉系数；

b—水平移动系数。

b）预计参数选取

评价中采用 P 系数法确定有关参数

综合评价系数：$p=\frac{\sum m_i Q_i^l}{\sum m_i}$；地表下沉系数：$q=0.45+\frac{p}{2}$。

参照《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程》安监总煤装[2017] 第 66 号附录四第三条中的地表移动参数与覆岩性及地质、开采技术条件的关系，煤矿地表变形计算有关参数表 3.2-7，地表变形计算有关基本参数确定见表 3.2-16。根据有关基本参数，结合矿井开拓方式、煤层赋存特征，应用选定模式，预测井工开采区煤层开采后地表移动与变形结果见下表 3.2-8。

表 3.2-7　煤矿地表变形计算有关参数表

计算参数	取值方法
b，水平移动系数	α＜45°取 0.3；α＞45°，b=0.3(1+0.0086α)
tgβ，主要影响正切值	tgβ=(1-0.0038α)(D+0.0032H)
r，主要影响半径	r = H/tgβ
S，拐点移动距，m	S=0.18H
D，岩性影响系数	1.26、1.35
θ，开采影响传播角	θ=90°-0.68α（α＜45°），28.8+0.68α（α＞45°）

表 3.2-8　相关参数表

可采煤层	最大煤层埋深 H（m）	下沉系数 q	煤层倾角 α（°）	水平移动系数 b	开采影响传播角 θ（°）	岩性影响系数 D	主要影响角正切 tgβ	主要影响半径 r（m）
3^{-3}	152	0.62	0.5º	0.3	89.66°	1.35	1.83	83.06

表 3.2-9　煤层开采后地表移动与变形预测结果

煤层	煤层厚度（mm）	沉降量 Wmax（*mm*）	倾斜率 Imax（*mm/m*）	曲率 Kmax（10^{-3}/m）	水平移动 Umax（*mm*）	水平变形 Emax（*mm/m*）
3^{-2}	800-1300 1050	496-806 651	5.97-9.70 7.84	0.11-0.18 0.14	149-242 195	2.72-4.42 3.57

由表 3.2-9 可知：3^{-2}煤开采后地表最大下沉值为 806mm，最大水平倾斜值为 9.7mm/m，最大水平移动值为 242mm，最大水平变形值为 4.42mm/m。

由于本煤矿各煤层开采的时间间隔较长，各煤层开采产生的倾斜变形、曲率、水平移动和水平变形值一般情况下不会在同一时间内同叠加，因此在沉陷值评价过程中不考虑各煤层开采产生的倾斜变形、曲率、水平移动和水平变形值的叠加影响，只考虑其单独产生的影响，但沉陷值是随着时间的延续而叠加的，因此沉陷是考虑各煤层开采所产生的沉陷值叠加的影响。全井田全部煤层开采后最大下沉出现在井田西北部，沉陷值约 2.30m。

塌陷沉降盆地的中心部位以垂直向下沉为主，水平位移、倾斜位移较小，盆地边缘及外缘裂隙拉伸带则以倾斜位移和水平变形为主。在实际生产中，随着开采的进行，煤层顶板破碎产生碎胀现象并以此形态填充采空区，加之基岩折断过程中形成支撑上覆地表岩层的受力结构，在采空区塌陷稳定后一般不会超过预测沉陷值。

c）预测结果

按照远粗近细的评价原则，本评价通过计算机程序模拟计算，绘制出3^{-2}煤层开采后全井田的地表沉陷等值线图（图 3.2-10）。

地表沉陷范围受煤层厚度、上覆岩层厚度、岩性、移动角和边界角影响。根据井田的地质特征及开采条件，参照表 3.2-17 中的参数，计算得到，在不留设保护煤柱的情况下，开采全部煤层后，井田范围内地表沉陷移动边界一般在开采边界外 85m 以内，考虑井田边界 20m 保护煤柱，井田范围内地表沉陷移动边界在开采边界外 65m 以内。

根据3^{-2}煤层分布、埋深、开采厚度，结合井工开采结束后地形变化情况，采用煤层上覆基岩厚度与开采厚度的比值（有效深厚比）分析地表变形情况。根据资料及计算，亿隆煤矿井田范围有效深厚比 e<30，该区地势较低，在沟谷地段，基岩已出露，

岩性主要为侏罗系的砂泥岩组成，因风化作用、节理裂隙较为发育，岩体破碎，但由于该区煤层倾角甚小（约 0.5°），故岩体一般较为稳定，但由于沟谷地段上覆第四系松散堆积层薄，高陡边坡发育，煤层开采引起地表塌陷，可能造成高陡边坡失稳，引发崩塌、滑坡的发生。且导水裂隙带可能进入松散层，地表水可能沿裂隙进入巷道，造成巷道涌水量增大。因此该区内地表变形强烈，地下开采引发地面塌陷、地面裂缝、滑坡和崩塌的可能性大。

根据矿山开采设计，亿隆煤矿矿山开采时，矿山于井田开采区留设有火烧区边界保护煤柱、井田境界及大巷保安煤柱，井田边界地下开采引发地面塌陷、地面裂缝、滑坡和崩塌灾害的可能性小，危险性小，因此矿山开采对村庄及工业场地等地物影响较小。

（3）采煤引发不稳定地质体的类型、范围和时间

地表移动持续时间可按下式估算：

$$T=2.5H_0(d)$$

式中：H_0---工作面平均采深（m）。

根据矿山开采设计：

亿隆煤矿井工开、3^{-2} 煤层。根据上述公式，通过综合计算求 3^{-2} 煤层开采后地表移动延续的时间约 265.7 天，煤层开采完后地表沉降总延续时间约 0.73 年。时间段分配上，初期剧烈变形，中期缓慢变形，晚期相对稳定。但是在出现地表裂缝和塌陷坑的部位，变形期相对要长，其影响程度相对要严重些。

地表最大下沉速度可按下式估算：$V_0=K\frac{W_{cm}*C}{H}$

式中：V_0-最大下沉速度；K-系数（1.3）；W_{cm}-最大下沉值（mm）；C-工作面推进速度（m/d）；H-平均开采深度（m）。

根据上述公式，通过综合计算求得 3^{-2} 煤层开采后地表最大下沉速度值约 37.56mm/d。

评价区停采后地表沉降总延续时间在时间段分配上，初期缓慢变形，中期剧烈变形，晚期相对稳定。但在出现地表裂缝和沉陷坑的部位，变形期相对较长，影响程度相对严重，特别是重复采动时，地表变形周期会变长。

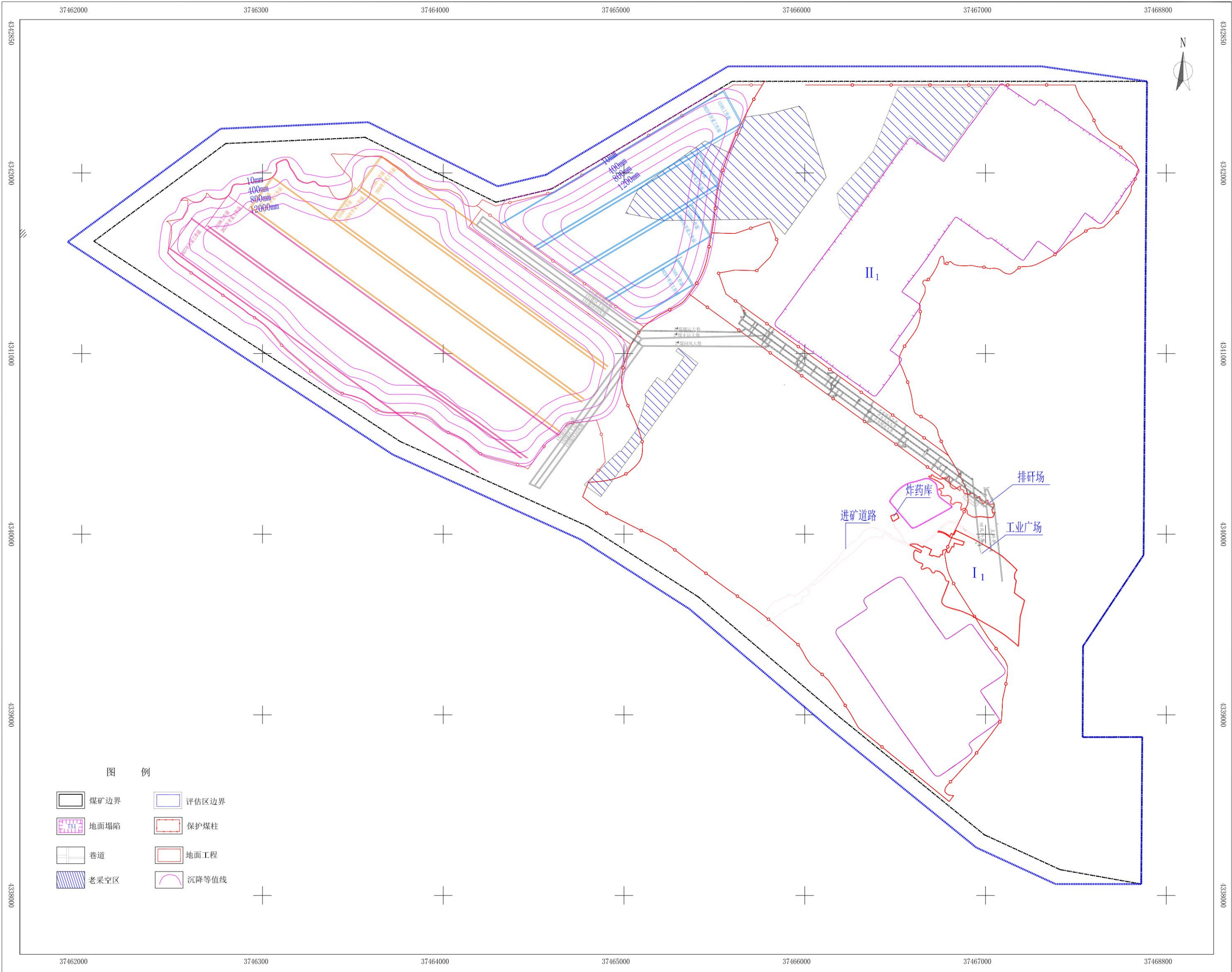


图 3.2-10 3-2 地面塌陷预测等值线图

5、煤层开采后地面塌陷危险性预测评估

依据初步设计，矿山地面建设工程主要为工业场地、排矸场、炸药库、矿山道路、供电设施等。

亿隆煤矿井田内现有昌汗沟村（王家焉、前昌汉沟、后昌汉沟）、张明沟村、开峁村（丁家梁）、李家梁村（石岩坪、李家梁、刘店沟）共四个行政村（八个自然村）分布，共有 190 户 552 人，672 间房屋，村民主要从事农业生产活动，村民生产生活水源为打井取水，村民住房以平房，二层砖混为主。

（1）煤层开采后地面塌陷对矿山地面建设工程破坏预测评估

工业场地、排矸场、炸药库远离开采区，并部署有保护煤柱，预测采煤对其**危害程度小，危险性小，影响程度较轻**。

（2）煤层开采后地面塌陷对村庄居民点影响程度预测评估

开采区及附近村民居住在黄土梁峁上，房屋以砖混结构平房为主。根据现有开采区村庄建筑物受地面塌陷损坏情况，预测随着煤层开采，地面塌陷将对村庄建筑物产生不同程度的影响。

矿井范围内现分布 8 个自然村庄，其中位于矿区东侧的王家焉、前昌汉沟、后昌汉沟、张明沟村、丁家梁位于开采范围外，不受矿山开采影响，预测地面塌陷及地面裂缝破坏的**危害程度小，危险性小，影响程度较轻**；矿山开采影响范围内分布石岩坪、李家梁、刘店沟三个自然村庄，矿山开采时未留设保护煤柱，地面塌陷及地面裂缝对上述 3 个自然村庄破坏的，**危害程度大，危险性大，影响程度较严重**。

（3）煤层开采后地面塌陷对道路影响程度预测评估

矿区南部有野大路县级公路通过，除此之外矿区内还分布有约 50km 的乡村道路分布。矿山开采时对野大路留设保护煤柱，未对矿区内的进矿道路留设保护煤柱，预测地面塌陷对乡村道路破坏的**危害程度大，危险性大，影响程度较严重**。

（4）煤层开采后地面塌陷对井田内输电线破坏预测评估

矿区南部有 110kV 和 35kV 高压输电线路以及较多的民用输电通讯线路通过，位于未来采区之外，预测矿山开采引发地面塌陷及地面裂缝对输电线路破坏的**危害程度小，危险性小，影响程度较轻**。

（三）矿山含水层破坏现状分析与预测

1、含水层破坏现状分析

煤矿现状对地下含水层造成影响的区域主要为矿山历史开采形成的采空区及周边。根据现场调查和勘探报告反映，后续回采下部 3^{-2} 煤层，经过不断开采，已经形成大片采空区，矿坑排水量较小，正常涌水量为 28.0m^3/h，最大涌水量为 58.7m^3/h。由于煤层埋深不均匀，沟谷区较浅，梁峁区较深，3^{-2} 的开采产生的冒落带和导水裂隙带对部分含水层的结构造成了破坏，造成地下水位的下降，含水层疏干或半疏干，对地下含水层造成一定影响，具体分析如下：

（1）含水层结构破坏现状分析

亿隆煤矿含水层包括：第四系全新统孔隙含水层、第四系上更新统、中更新统孔隙含水层、白垩系下统孔隙～裂隙含水层、侏罗系中统直罗组、延安组碎屑岩类裂隙含水层、三叠系砂岩裂隙含水层。根据调查及资料反映：3^{-2} 煤层位于延安组第四段，3^{-2} 煤层底板标高变化在 1155-1190m 之间，煤层上覆基岩薄，向上为第四系全新统孔隙含水层、第四系中更新统孔隙含水层、侏罗系中统延安组碎屑岩类裂隙含水层，煤层开采后产生的导水裂隙导通其上覆的侏罗系中统延安组裂隙潜水含水层，进入新近系静乐组红土隔水层，并在井田中南部沟谷及两侧静乐组薄弱地带导水裂隙进入第四系或导通地表，矿山开采破坏区内地下含水层结构，矿山开采对含水层结构影响**严重**。

（2）矿井涌水量

本矿开采至今，据调查未发生过水害，矿区及周边地表水无漏失，正常涌水量为 28.0m^3/h，最大涌水量为 58.7m^3/h。区内地下水主要接受大气降水补给，根据相关资料，亿隆煤矿井田面积 13.9861km^2，多年平均降雨量为 537.3mm。现状评估采矿活动对矿井涌水量影响**较轻**。

（3）生产生活供水

根据收集资料以及走访矿区村落水井调查得知，煤矿用水分为生活用水与工业用水，生活用水主要为煤矿工作人员日常生活用水，煤矿生活用水来自府谷县惠泉水务公司供水，2023 年生活用水量为 2.8 万 m^3；矿井 2024 年平均涌水量 17.5 m^3/h，矿井污水处理站采混凝、沉淀、过滤的常规处理工艺，处理完用于井下生产、消防、降尘用水，地面绿化、场地洒水等，全部综合利用。

亿隆煤矿矿区分布有石岩畔、张明沟、刘点沟等村庄，矿区内水源主要取自沟谷

内第四系松散层冲洪积孔隙潜水含水层，受采煤沉陷影响，含水层破坏严重，导致含水层水位大幅度下降，含水层处于疏干状态，水源井干涸，严重影响矿区居民正常生活。受采煤塌陷影响，供水管线造成破坏，高位水塔产生裂缝。据现场调查，加压站设备完好，高位水塔及供水管线产生破坏，煤矿开采对村庄生活供水影响**严重**。

（4）水化学特征及地下水水质

1）水化学类型

地表水化学类型简单，其水化学类型主要为 HCO_3•SO_4-Ca.Na，矿化度多小于1000mg/l。

2）水质评价

①地表水

A、河流水调查

据邻区沟流及民井水采样分析，地表水一般无色、无嗅、无味、透明，无肉眼可见物，水温 10℃，pH 值 7.60、属弱碱性水，总硬度（德国）9.47～22.05，属微硬水～硬水，总矿化度 311.08～800.04mg/L，溶解性固体 205.00～625.00mg/L。作生活用水需消毒处理。按生活饮用水卫生标准（GB5749—85）评价，符合生活饮用水卫生标准。

B、民井水调查

属延安组上部风化岩段含水层，取当地民井水样分析，水样无色、无嗅、无味、透明，无肉眼可见物，水温 8～12℃，属冷水，pH 值 7.0～8.0 属弱碱性水，总硬度（德国）9.47～16.92，属微硬～硬水，总矿化度 327.66～622.50mg/L，溶解性固体 225～505mg/L。

②延安组裂隙潜水

亿隆煤矿内地下水水化学类型水平上受地貌和岩性的控制。矿化度在梁峁区及河谷区大部地段小于 1000ml/g。垂向上随深度增加、地层沉积时代变老，风化作用由强变弱，裂隙由密变疏，地下水运动速度变缓，交替不畅。水化学类型由简单变为复杂，由重碳酸盐逐渐向硫酸

对照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》附录 E，现状评估矿山开采对地下水水质的影响程度**较轻**。

综上所述，通过煤层开采对含水层结构的破坏程度、对地下水位的影响以及对地下水质、水量的影响分析，亿隆煤矿开采区内 2^{-2} 煤层及 3^{-2} 煤层对开采区内含水层影响大。按照附录 E 的规定，现状评估矿山开采及工业场地运营对已开采区及附近含水

层影响**严重**。

2、含水层破坏预测评估

（1）含水层结构

采煤工作面三带高度计算

覆岩移动变形对含水层的影响主要受垮落带、导水裂隙带高度的控制，以下针对评估期内可采煤层 3^{-2} 开采后，其上覆岩层移动变形对主要含水层的影响进行预测评估。

含水层结构、水位所受影响程度主要受垮落带、导水裂隙带高度控制。垮落带、导水裂隙带高度计算采用《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》中推荐的公式计算：

①垮落带高度的预测

$$H_m = \frac{100\sum M}{4.7\sum M + 19} + 2.2$$，

式中：Hm— 垮落带高度（m）；M— 煤层的开采厚度（m）；

②导水裂隙带高度预测

模式 1：$$H_{Li} = \frac{100\sum M}{1.6\sum M + 3.6} + 5.6$$，

模式 2：$$H_{LI} = 20\sqrt{\sum M} + 10$$，

式中：H_{LI}—导水裂隙带高度（m）；M—煤层的开采厚度（m）；

③保护层和防水煤岩柱高度预测

$$H_b = 3\ (\sum M/n)$$、

H_b 一保护层高度(m)；M 一累计采厚(m)；n-煤层分层层数；

$$H_{sh} = H_{li} + H_b$$

H_{sh} 一防水煤柱高度(m)；H_{Li}—裂隙带高度(m)；H_b 一保护层高度(m)；

导水裂隙带之上为弯曲下沉带，该带岩层只产生弯曲变形，含水层水位下降幅度小，影响较轻。计算结果见表 3.2-10。

表 3.2-10　导水裂隙带、垮落带、保护层和防水煤柱预测结果表

煤层	开采厚度		导水裂隙带(m)		冒落带（m）	保护层厚度（m）	防水煤柱高度（m）
			模式1	模式 2			
2^2	最小	1.82	33.54	36.98	8.81	5.46	42.44
	最大	2.51	38.55	41.68	10.35	7.53	49.21

煤层	开采厚度		导水裂隙带(m)		冒落带（m）	保护层厚度（m）	防水煤柱高度（m）
			模式1	模式 2			
	平均	2.36	37.60	40.72	10.04	7.08	47.80
3^2	最小	**0.80**	**22.00**	**27.89**	**2.40**	**2.40**	**30.29**
	最大	**1.30**	**28.49**	**32.80**	**7.38**	**3.90**	**36.70**
	平均	**1.05**	**25.49**	**30.49**	**6.59**	**3.15**	**33.64**

由上表 3.2-10 可见，2^{-2} 煤层冒落带最大高度为 10.35m，导水裂隙带最大高度为 41.68m，防水煤柱最大高度为 49.21m；3^{-2} 煤层冒落带最大高度为 3.90m，导水裂隙带最大高度为 32.80m，防水煤柱最大高度为 36.70m；井田开采后导水裂隙高度、防水煤柱高度分布情况见图 3.2-11。

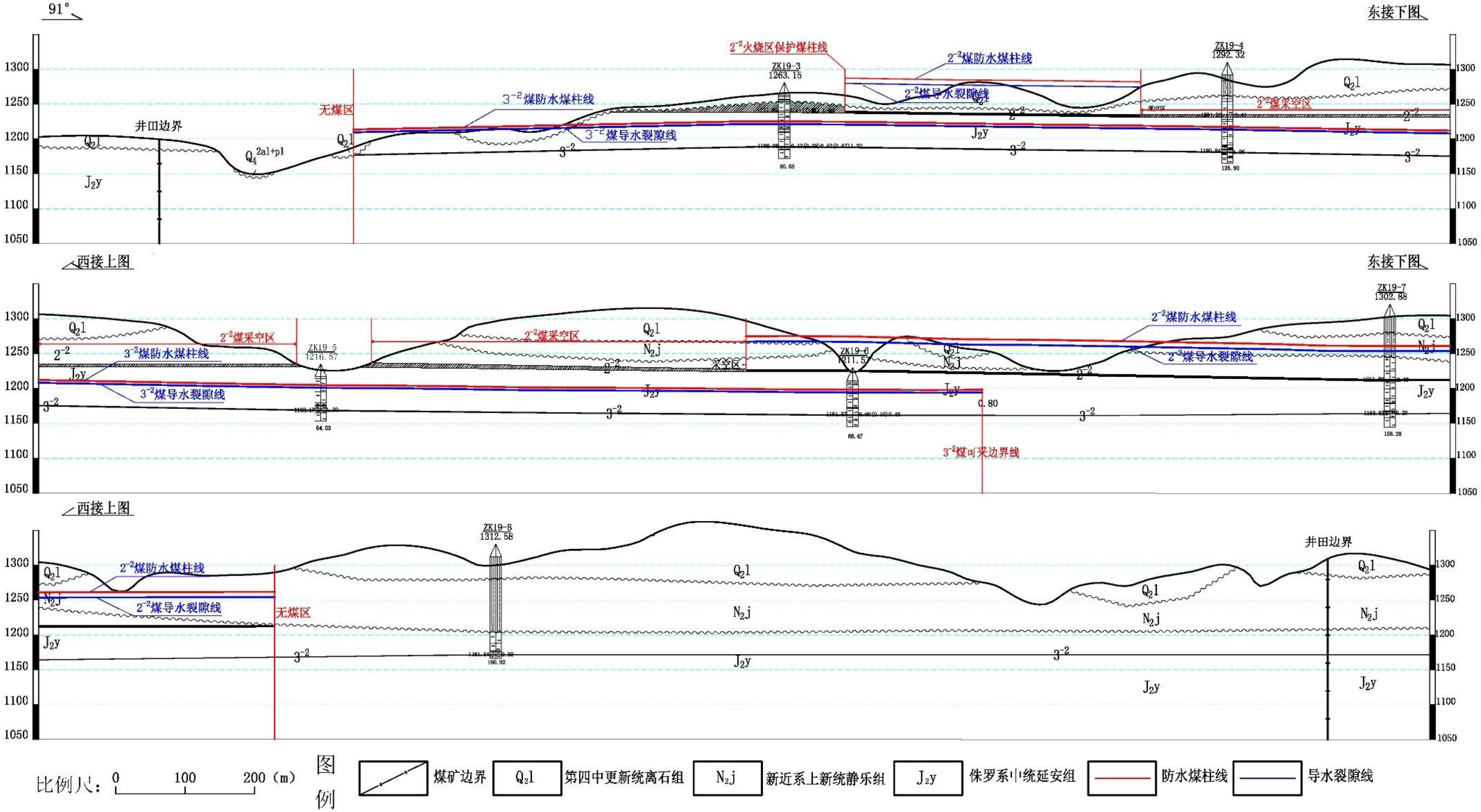


图 3.2-11 导水裂隙带、防水煤柱高度剖面图

④影响含水层范围预测

根据工作面边界附近导水裂隙带高度、裂缝角计算导水裂隙向采空区外沟通范围，计算公式为：

$$L=H\times tan（90°-\alpha）$$

式中：*L*—沟通范围，m；*H*—导水裂隙带高度 m；*α*—裂缝角，取 75°。

经计算，2^{-2} 煤开采区导水裂隙沟通范围为采空区外 11.17m，3^{-2} 煤开采区导水裂隙沟通范围为采空区外 8.79m。沟通区内含水层结构破坏。

降落漏斗影响范围根据抽水钻孔数据计算，计算公式为：

$$R=10\times S_w\times\sqrt{K}$$

式中：*R*—影响半径，m；*Sw*—水位下降平均值；*K*—渗透系数值。

经计算，煤层开采区降落漏斗影响范围为导水裂隙沟通区外 59.30m，降落漏斗范围内含水层水位下降。预测矿山开采对含水层水位**影响较严重**。

⑤采煤对含水层结构的影响

根据井田地层分布及采煤导水裂隙高度、防水煤柱高度的计算结果，2^{-2} 煤层上覆基岩薄，2^{-2} 煤层开采后产生的导水裂隙将全部导通其上覆的侏罗系中统延安组裂隙潜水含水层，进入新近系静乐组红土隔水层，并在井田内中南部及西北部 2^{-2} 煤层开采边界处、井田中部和东南部等沟谷及两侧静乐组薄弱地带导水裂隙进入第四系或导通地表。3^{-2} 煤层开采产生的导水裂隙高度大部分低于 2^{-2} 煤层底板高度，一般情况下，两煤层开采后其导水裂隙带不连通，但在井田西部和西北部 2^{-2} 煤层露头区外，3^{-2} 煤层导水裂隙不但进入第四系而且也导通地表。结合现状 2^{-2} 煤层上部含水层结构破坏情况，亿隆煤矿各煤层开采产生的导水裂隙带在部分区域可能串通煤层上部所有含水层，含水层结构遭到破坏，矿山开采对地下含水层结构影响严重。

井田煤柱范围内 2^{-2} 煤层开采后，导水裂隙带高 38.55~41.68m。根据地层岩性，导水裂隙将沟通 2^{-2} 煤之下延安组风化基岩孔隙、裂隙潜水含水层，使其结构破坏，水位大幅下降，影响程度严重。

井田煤柱范围内 3^{-2} 煤层开采后，导水裂隙带高 28.49~32.8m。3^{-2} 号煤层与 2^{-2} 号煤层间距变化平均 49m，3^{-2} 煤层开采后，导水裂隙带部分区域穿透 2^{-2} 与 3^{-2} 煤层之间的岩层。3^{-2} 煤层导水裂隙不但进入第四系而且也导通地表。结合现状 2^{-2} 煤层上部含水层结构破坏情况，亿隆煤矿各煤层开采产生的导水裂隙带在部分区域可能串通煤层

上部所有含水层，含水层结构遭到破坏，矿山开采对地下含水层结构影响严重。

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 0223-2011）附录 E，预测评估煤层开采对含水层结构**影响程度严重**。

（2）矿井涌水量

1）矿井实测涌水量

依据亿隆煤矿矿方提供涌水量台账可知，亿隆煤矿矿井目前正常涌水量为 17.5m^3/h 之间，最大涌水量 58.7m^3/h。

2）矿井预测涌水量

亿隆煤矿目前主要开采 2^{-2} 煤层，计划 2024 年底回采完毕，后续继续回采下部 3^{-2} 煤层。目前采空区面积为 583.4 万 m^2，其中综采面积 372.6 万 m^2。2^{-2} 煤层后续开采面积约 32 万 m^2，本次利用该矿现在采空区涌水量来比拟煤矿未来计划开采区域采空后矿井形成的涌水量：

按照面积比拟法公式：

$$Q = Q_0\sqrt{\frac{F}{F_0}}$$

式中：Q—2^{-2} 煤拟开采范围矿井涌水量；

Q_0—已知矿井实际排水量（m^3/h）

F_0—已知矿井实际开采面积（万 m^2）

F—未来矿井开采面积（万 m^2）

经计算 $Q_{正常}$=17.5×（32÷372.6）1/2=5.1m^3/h

则矿井正常涌水量为 22.6（17.5+5.1）m^3/h（预测计划开采区正常涌水量与现正常涌水量之和），预测矿井未来最大涌水量：正常涌水量 22.6m^3/h 与不均衡系数 1.5 的乘积。经计算 $Q_{最大}$=22.6×1.5=33.9m^3/h。

经计算，3^{-2} 煤层后续回采时，矿井开采区域正常涌水量为 22.6m^3/h，最大涌水量为 33.9m^3/h。

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 0223-2011）附录 E，预测评估煤层开采对矿井涌水量**影响程度较严重**。

（3）生产生活供水

煤矿生活用水来自府谷县惠泉水务公司供水，矿井污水处理站采混凝、沉淀、过滤的常规处理工艺，处理完用于井下生产、消防、降尘用水，地面绿化、场地洒水等，

全部综合利用，根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T　0223-2011）附录 E，预测评估煤层开采对生产生活供水**影响程度较轻**。

（4）含水层水质

煤层开采中，被影响到的地下水，使原有的水质发生变化，成为混合水质。当进入采掘巷道后，则会受到井下开采的影响，增加了水体悬浮物和 COD 的含量。

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T　0223-2011）附录 E，预测评估矿山开采对水质的**影响程度较严重**。

（5）方案适用期开采范围含水层影响评估

根据亿隆煤矿五年采掘接续，今后将开采 131 盘区（13101-13104）、132 盘区（13104-13105），开采煤层为 3^{-2} 煤。各工作面导水裂隙带、垮落带、保护层和防水煤柱预测结果表见表 3.2-11。

表 3.2-11　适用期导水裂隙带、垮落带、保护层和防水煤柱预测结果表

煤层	开采厚度		导水裂隙带(m)		垮落带（m）	保护层厚度（m）	防水煤柱高度（m）
			模式1	模式 2			
3^{-2}	最小	**0.80**	**22.00**	**27.89**	**2.40**	**2.40**	**30.29**
	最大	**1.30**	**28.49**	**32.80**	**7.38**	**3.90**	**36.70**
	平均	**1.05**	**25.49**	**30.49**	**6.59**	**3.15**	**33.64**

适用期 **3^{-2} 煤层开采后**，降落漏斗平均影响范围为导水裂隙沟通区外 8.79m，导水裂隙带高度为 28.49-32.8m，该范围内 3^{-2} 煤之上延安组风化基岩孔隙、裂隙潜水含水层水位下降幅度较大，使含水层疏干，**影响程度严重。**

（四）矿区地形地貌景观破坏现状分析与预测

1、地形地貌景观破坏现状评估

亿隆煤矿位于陕北黄土高原北端，毛乌素沙漠东南缘，地表因长期受冲刷与侵蚀，形成了沟谷切割、梁峁相间、坡陡壁峭，地形支离破碎、河谷陡峻狭窄，海拔标高一般在 1180～1375m 之间，区内总体地形为东北高、西南低，总体地势起伏较大，区内最高处位于整合区的东北部尖圪塔，标高 1375m，最低处位于整合区西部前阳塌河滩，标高 1180m，相对高差约 195m。按地貌成因类型划分，为黄土梁峁沟壑地貌，土壤侵蚀类型主要以水力和风力侵蚀为主。

地形地貌景观监测主要是通过卫星影像进行监测。通过对全矿区植被覆盖等情况

的监测，了解矿区植被及生态环境现状，从宏观进行生态修复指导。

（1）工业场地：地形开阔平坦，工业场地已建设完成，占地面积共约 18.5889hm^2，建设时平整土地，开挖边坡，很大程度上改变了原有自然景观，造成地表裸露，造成景观生态系统在空间分布上的不连续性。现状评估工业场地等地面设施建设对评估区地形地貌景观的影响与破坏程度较大，**影响程度严重**。

（2）炸药库：亿隆煤矿炸药库位于工业场地以西方向地势低洼的自然沟系中，距离东侧的主井场地 350 米处，占地面积 0.1132hm^2，现今炸药库已废弃，但是建设过程中对原有地形地貌景观改变大，**影响程度严重**。

（3）排矸场：亿隆煤矿排矸场距离北侧的风井场地 0.2km。占地面积 2.7957hm^2，排矸场建设及排矸过程中对原地貌进行了挖损、压占，工程建设对原有地形地貌景观改变较大，**影响程度严重。**

（4）矿山道路：亿隆煤矿矿山道路主要包括进场道路、运煤道路、炸药库道路；矿山道路均已建成，矿山道路大多在原有通村道路基础上改建，呈线性分布，对原有地形地貌**影响程度较轻。**

（5）输电线路塔基：输电线路无高的开挖边坡，动用的土方量较小，且均已建成。塔基占地面积较小，规模小，对地形地貌**影响较轻。**

2、地形地貌景观破坏预测评估

（1）工业场地：地形开阔平坦，工业场地已建设完成，占地面积共约 18.5889hm^2，建设时平整土地，开挖边坡，很大程度上改变了原有自然景观，造成地表裸露，造成景观生态系统在空间分布上的不连续性。工业场地在矿山服务期满后进行恢复治理，预测评估**影响程度较轻**。

（2）炸药库：亿隆煤矿炸药库位于距离东侧的主井场地 350 米处，炸药库已废弃，建设过程中对原有地形地貌景观改变大，用地面积大，炸药库在矿山服务期满后进行恢复治理，预测评估影响程度**较轻**。

（3）排矸场：亿隆煤矿排矸场距离北侧的风井场地 0.2km，排矸场建设及排矸过程中对原地貌进行了挖损、压占，工程建设对原有地形地貌景观改变较大，矿山服务期满后进行恢复治理，预测评估影响程度**较轻**。

（4）矿山道路：亿隆煤矿矿山道路主要包括进场道路、运煤道路、排矸道路；矿山道路均已建成，矿山道路大多在原有通村道路基础上改建，呈线性分布，矿山道路

在矿山服务期满后进行恢复治理，预测评估对原有地形地貌影响程度**较轻**。

（5）输电线路塔基：输电线路无高的开挖边坡，动用的土方量较小，且均已建成。塔基占地面积较小，规模小，输电线路在矿山服务期满后进行恢复治理，预测评估对地形地貌影响**较轻**。

（6）采煤下沉对地形地貌景观影响：根据预测，亿隆煤矿煤层开采后，沉降中心的最大沉降值为2510mm，最大倾斜值为18.99mm/m，最大曲率值为0.33×10^{-3}/m，最大水平移动值为452mm，最大水平变形值为8.66mm/m。在大部分采区均有分布，地表沉陷对地面标高会产生一定的影响；产生的地表裂缝，特别是一些较大的裂缝会改变原生地貌的完整性；地表沉陷也会引起地表坡度的一些变化，但地面塌陷使矿区微地貌发生变化，不会改变井田整体地貌。因此，煤层开采对地形地貌景观的影响程度**较轻**。

综上，对照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》附录E，预测评估矿山开采对地形地貌景观的**影响程度较轻**。

（五）水土环境质量现状分析与预测

1、矿区水土环境现状分析

（1）水环境现状分析

水环境影响源主要为生活污水和井下排水。

1）生活污水

煤矿生活用水来自府谷县惠泉水务公司供水，该矿山生活污水为浴池、卫生间、食堂和其他杂用水等排入或汇入污水管网，工业场地生产、生活污水产生量183m^3/d，本矿井工业场地内已建有一座生活污水处理站，规模 480m3/d，目前实际处理水量约183m3/d。处理设施包括毛发过滤器、调节池、接触氧化池、空气压缩机等。矿井工业场地的生产、生活污废水经排水管道重力流至位于工业场地的污水处理站内，先经格栅进入调节池，再通过污水提升泵先后将污水提升至缺氧池，好氧池进行生物处理；经处理后，污水进入沉淀池进行沉淀，沉淀后清水进入消毒池，利用二氧化氯消毒后进入过滤池，经过滤达排放水水质标准后排放。沉淀池所排污泥定期清理外运，可用于农肥。沉淀池与过滤池反冲洗水排至生活污水调节池，地表水检测结果见3.2-12。

据现状调查及处理后的生活污水水质检测资料分析，处理后的水质满足《污水综合排放标准》一级标准要求。同时，能够满足GB/T18920-2002《城市污水再生利用 城

市杂用水水质》及 GB/T19923-2005《城市污水再生利用 工业用水水质》要求，且本矿地面生产、生活污水全部回用，不外排。因此现状评估矿山地面生产、生活污水对水环境**影响较轻**。

表 3.2-12 地表水监测结果统计表

断面 项目	张明沟上游（断面 1）		张明沟下游（断面 2）		GB3838-2002 III类标准
	监测值	超标倍数	监测值	超标倍数	
pH	8.01/8.05	0	7.97/7.95	0	6～9
悬浮物	10/12	/	12/11	/	/
挥发酚	0.0014/0.0015	0	0.0020/0.0020	0	£0.005
石油类	0.05/0.05	0	0.05/0.05	0	£0.05
五日生化需氧量	2.5/2.8	0	3.0/3.3	0	£4
化学需氧量	12/13	0	15/16	0	£20
氨氮	0.149/0.146	0	0.349/0.346	0	£1.0
硫化物	0.02/0.02	0	0.02/0.02	0	£0.2
砷	0.007/0.007	0	0.007/0.007	0	≤0.05
备注	单位：pH 无量纲，其余均为 mg/l。流速（m/s）：断面 1 为 0.4，断面 2 为 0.3；水深（m）：均为 2；河宽（m）：断面 1 为 5，断面 2 为 7。				

2）井下排水

下排水由井下主排水泵加压后从主斜井排出，利用余压流至工业场地井下水处理站内的调节池，经调节池预沉后由泵提升至一体化净水器。在进入净水器前投加混凝剂 PAC 和 PAM，其投加量暂按 10～15mg/L 考虑，具体在实际运行中通过试验确定合适的投加量。井下水经混合、反应后进入一体化净水器，经净水器处理后的清水进入消毒池，在水池中投加 CLO_2 消毒剂用以去除水中的嗅、色及大肠菌群，然后重力供至井下消防、洒水。调节池与一体化净水器的排泥均进入污泥池内，由螺杆泵将污泥提升至厢式压滤机，污泥含水率在 80%以下。目前，亿隆煤矿建设有井下处理站，采用“三级物化法”处理工艺，处理后的矿井水用于井下消防、降尘、用于选煤厂洗煤补充用水及厂区绿化灌溉，地下水监测结果见 3.2-13。

综上所述，依据《地表水环境质量标准》标准要求，现状评估矿山生产期间产生的污废水对环境的**破坏程度较轻**。

表 3.2-13 地下水监测结果

质监测	监测项目	王家墕村民用井水		丁家梁村民用井水		前昌汉沟村民用井水		黑圪塄墕村民用井水		刘点沟村民用井水		标准值
		监测值	超标倍数	监测值	超标倍数	监测均值	超标倍数	监测值	超标倍数	监测均值	超标倍数	
	pH	7.94/	0	7.97/	0	8.14	0	7.80/	0	7.56	0	6.5～8.5

		7.90		8.03				7.80				
	总硬度	165/164	0	160/161	0	356	0	112/113	0	306	0	≤450
	硫酸盐	12.9/12.9	0	11.8/12.0	0	243	0	14.8/14.9	0	177	0	≤250
	氟化物	0.48/0.48	0	0.46/0.46	0	0.28	0	0.46/0.46	0	0.25	0	≤1.0
	挥发酚	0.0009/0.0012	0	0.0011/0.0014	0	0.002	0	0.0009/0.0012	0	0.002	0	≤0.002
	亚硝酸盐氮	0.009/0.008	0	0.010/0.009	0	0.003	0	0.006/0.006	0	0.005	0	≤0.02
	氨氮	0.120/0.116	0	0.035/0.032	0	0.177	0	0.092/0.089	0	0.068	0	≤0.2
	细菌总数	228/212	1.28/1.12	156/128	0.56/0.28	35	0	83/86	0	85	0	≤100
	总大肠菌群	330/240	109/79	<3/<3	0	<3	0	<3/<3	0	20	5.67	≤3
	标准值为GB/T14848－93《地下水环境质量标准》中III类标准值；除pH无量纲、细菌总数个/ml及大肠菌群个/L外，其余项目单位均为mg/L。											

（2）土环境现状分析

根据现状调查及资料分析，亿隆煤矿现状条件下土环境影响来源为煤矸石、锅炉炉渣、脱硫渣、生活垃圾及少量污泥和煤泥。

1）煤矸石对土环境现状分析

矿山现状产生的矸石主要为原建设期生产矸石以及运营期的掘进矸石、筛分矸石。矿山建设井巷工程掘进矸石25830m^3，其全部用于场地和地面设施建设的基础回填；矿山运营期掘进矸石生产量小，已全部回填井下废弃巷道，不出井；矿山已与府谷县机制砖厂签订了矸石综合利用协议，地面选矸全部交与砖厂处理。现状评估煤矸石对矿区土环境**影响较轻**。

2）锅炉炉渣与脱硫渣土环境现状分析

矿山已与府谷县机制砖厂签订了炉渣、脱硫渣综合利用协议。现状评估锅炉炉渣与脱硫渣对矿区土环境**影响较轻**。

3）生活垃圾对土环境现状分析

矿山生活垃圾以废纸、塑料等为主，其次为有机质等，矿山生活垃圾产生量约289t/a，本矿生活垃圾集中堆放，由环卫部门运往当地市政部门指定地点统一处理。现状评估生活垃圾对矿区土环境**影响较轻**。

4）污泥

矿山地面污水处理站每年产生污泥量约 3t，该污泥按照县污水处理厂污泥处理方法，同步进行处理。现状评估污泥对矿区土环境**影响较轻**。

5）煤泥

井下污水处理站每年产生煤泥约 57 吨，该煤泥矿山就地外销。现状评估煤泥对矿区土环境影响较轻。

总体上，现状评估水土环境影响**程度较轻**。

2、矿区水土环境预测分析

（1）水环境预测分析

预测分析水环境影响源主要为生活污水和井下排水，处理措施与现状一致，预测评估矿山生产期间产生的污废水对环境的破坏程度较轻。

（2）土环境预测分析

预测分析土环境影响主要为矸石、生活垃圾、锅炉渣灰及污泥，处理措施与现状一致，因此，预测评估土环境**影响程度较轻**。

总体上，预测评估水土环境**影响程度较轻**。

（六）评估分级与分区

1、现状评估分级

根据不稳定地质体、含水层破坏、地形地貌景观破坏、水土环境的情况，依据就高不就低的原则，按《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）附录 E“矿山地质环境影响程度分级表”，评估区地质环境影响程度属严重。评估区地质环境影响程度见表 3.2-14。

表 3.2-14　现状矿山地质环境影响程度分级表

地质环境问题		评估区情况	影响程度	小结	结论
不稳定地质体	不稳定地质体 BT01	发育程度弱，危害程度中等	危险性中等	较严重	严重
	崩不稳定地质体 BT02	发育程度弱，危害程度中等	危险性中等		
	不稳定地质体 BT03	发育程度中等，危害程度中等	危险性中等		
	地面塌陷 TX1	发育程度中等，危害程度中等	危险性中等		
	地面塌陷 TX2 和 TX3	发育程度中等，危害程度中等	危险性中等		

地质环境问题		评估区情况	影响程度	小结	结论
含水层	含水层结构	延安组含水层结构遭受破坏	严重	严重	
	矿井涌水量	目前矿井总涌水量月 $150m^3/h$	较严重		
	生产生活供水	较轻	较轻		
	地下水水质	较严重	较严重		
地形地貌景观	地面建设工程	工业场地破坏严重	严重	严重	
		排矸场破坏严重			
		炸药库破坏较严重	较严重		
		矿山道路破坏较轻	较轻		
		输电线路破坏较轻	较轻		
		供水设施破坏较轻	较轻		
	煤矿开采	较轻	较轻		
	可视范围景观	位于主干道可视范围内	较严重		
水土环境	水环境	较轻	较轻	较轻	
	土壤环境	较轻	较轻		

2、现状评估分区

矿山地质环境影响程度分区采用“区内相似，区际相异”的原则，根据不稳定地质体威胁对象、危害程度以及矿业活动对含水层、地形地貌景观和水土环境的影响程度等评估要素，对评估区矿山开采进行地质环境影响程度分级分区。

评估区影响程度分为严重、较严重和较轻 3 个级别 7 个区，其中严重区 4 个，总面积 $25.7078hm^2$，占评估区总面积的 1.71%；较严重区 2 个，面积为 $178.75hm^2$，占评估区总面积的 11.88%；较轻区 1 个，面积为 $1300.1522hm^2$，占评估区总面积的 86.41%（见表 3.2-15，附图 1）。

表 3.2-15　现状评估分区基本情况表

现状评估分区基本情况表								
现状评估分区基本情况表					矿山地质环境及影响程度			
编号	分级	位置	面积（hm^2）	百分比%	不稳定地质体	含水层	地形地貌景观	水土环境
I_1	严重	工业广场	18.5889	1.24	较轻	严重	严重	较轻
I_2		排矸场	2.7957	0.19	较轻	严重	严重	较轻
I_3		炸药库	0.1132	0.01	较轻	严重	严重	较轻

现状评估分区基本情况表								
现状评估分区基本情况表					矿山地质环境及影响程度			
I_4		进矿道路	4.21	0.28	进矿道路发育不稳定地质体（BT01、BT02）	严重	严重	较轻
II_1	较严重	北部（12102-12106工作面影响区和矿区中部）	125.2900	8.33	地面塌陷TX1(12102-12106工作面影响区)和TX3影响程度较严重	较严重	较轻	较轻
II_2		东南部（12201-12203工作面影响区）	53.4600	3.55	地面塌陷TX2(12201-12203工作面影响区)影响程度较严重	较严重	较轻	较轻
III_1	较轻	矿区其他地区	1300.1522	86.41	其他不稳定地质体危险性小，影响较轻；其他区域已沉稳或未开不稳定地质体发育弱，影响较轻。	较轻	较轻	较轻
合计	/	/	1504.6100	100.00	/	/	/	/

3、预测评估分级

根据不稳定地质体、含水层破坏、地形地貌景观破坏、水土环境的情况，依据就高不就低的原则，按《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）附录 E“矿山地质环境影响程度分级表”，评估区地质环境影响程度为严重。评估区地质环境影响程度分级见表 3.2-16。

表 3.2-16 矿山地质环境影响程度分级表

地质环境问题		评估区情况	影响程度	小结	结论
不稳定地质体	矿山建设	亿隆煤矿工业广场基本设施以建设完善，上期两案部署项目主井口崩塌、B8 崩塌以治理完善	较轻	较严重	严重
	矿山生产	矿山生产遭受不稳定地质体的的危险性小；引发地面变形对通村道路的危险性中等，对其余地面工程危险性小。	较严重		
含水层	含水层结构	延安组以及局部宜君组砾岩含水层结构遭受破坏	严重	严重	
	含水层水量	正常涌水量 Q=50m³/h，最大涌水量 Q=80m³/h	较严重		
	含水层水质	较严重	较严重		
	生活供水	较严重	较严重		
地形地貌	排矸场	后续采矿无排矸，对地形地貌影响较轻	较轻	较轻	

地质环境问题		评估区情况	影响程度	小结	结论
景观	地面建设工程	后续无新建工程，对地形地貌影响较轻	较轻		
	煤矿开采	较轻	较轻		
	可视范围景观	较轻	较轻		
水土环境	水环境	较轻	较轻	较轻	
	土环境	较轻	较轻		

4、预测评估分区

矿山地质环境影响程度分级分区与现状评估分级分区的原则相同，矿山地质环境影响程度分区根据不稳定地质体危险性以及矿业活动影响的地形地貌景观、水土环境程度为评估要素，对区内进行矿山地质环境影响程度分级分区。

评估区影响程度分为严重、较严重和较轻 3 个级 9 个区，其中严重区 4 个，总面积 25.7078hm^2，占评估区总面积的 1.71%；较严重区 2 个，面积为 144.6593hm^2，占评估区总面积的 9.61%；较轻区 3 个，总面积为 1334.2429hm^2，占评估区总面积的 88.68%（见表 3.2-17、附图 3）。

表 3.2-17　矿山地质环境预测评估分级分区表

预测评估分区				矿山地质环境及影响程度				
编号	分级	位置	面积（hm^2）	不稳定地质体	含水层	地形地貌景观	水土环境	防治难度
I_1	严重	工业广场	18.5889	较轻	严重	较轻	较轻	中
I_2		排矸场	2.7957	较轻	严重	较轻	较轻	
I_3		炸药库	0.1132	较轻	严重	较轻	较轻	中
I_4		进矿道路	4.21	较轻	严重	较严重	较轻	
II_1	较严重	评估区西北部	50.3865	矿区 3^{-2} 号煤层开采塌陷区边缘预测影响程度较严重	严重	较轻	较轻	小
II_2			94.2728		严重	较轻	较轻	
III_1	较轻	评估区西北部	139.5587	其他不稳定地质体危险性小，影响较轻；其他区域未开采，不稳定地质体弱发育，影响较轻	严重	未开采区，影响较轻	较轻	
III_2		评估区西部	32.5267		严重			
III_3		矿区其他地区	1162.1575		严重			
合计			1504.6100	/	/	/	/	/

三、矿山土地损毁预测与评估

（一）土地损毁环节与时序

1、建设期

（1）造成土地损毁的环节

建设期土地损毁过程主要表现在工业场地、排矸场、炸药库、矿山公路和输电线路塔基、供水设施等对土地的挖损、压占所造成土地的损毁。

（2）造成土地损毁的顺序

工程建设期导致土地损毁的顺序与建设期施工进度密切相关，建设期土地损毁时间随工程建设施工进度不断推进，并随施工进度和强度可能呈现不连续性，出现阶段性不同程度的损毁。建设期土地损毁主要体现在：①施工准备阶段：施工道路的建设、施工营地的搭建；②辅助工程施工阶段：挖井掘矸等固体废弃物排土场；③主体工程施工阶段：工业场地、排矸场、炸药库、矿山公路和输电线路塔基等工程的建设。不同建设工程对土地的损毁顺序与建设工程的建设期一致。

（3）造成土地损毁的方式

煤矿建设期分为地面建设和井下建设两部分，地面建设工程对土地的损毁形式主要表现为对土地的挖损、压占等活动，地面工程建设改变了土地原有的地形地貌和原有的土地利用类型，使之变为工业用地等。井下工程建设主要包括巷道和硐室的建设，井下工程建设对土地的损毁主要集中在建设阶段产生的废弃土石方的堆弃和对土地的压占损毁。此外，排矸场建设临时占地会压占部分土地，对土地造成一定程度的损毁，建设完成后，可复垦恢复。

综上，现阶段亿隆煤矿地面建设已完成，建设期对土地的损毁为工业场地、排矸场、进场公路、排矸公路、输电线路塔基及供水管线和蓄水池等压占损毁。

2、生产期

根据煤矿开采工艺，经过对亿隆煤矿已损毁土地的调查，生产期造成的土地损毁形式主要表现为煤矸石的堆放和地表塌陷、地表裂缝损毁土地。煤矸石堆放损毁土地为压占损毁，地表塌陷过程也产生地表裂缝，两者的损毁形式为沉陷损毁。

（1）损毁形式

地表裂缝损毁土地：本项目沉陷损毁主要为地表裂缝。煤炭资源的开采，地表局部可能出现地裂缝，并可能出现地面台阶，从而影响土壤水分。影响地表植被生长，对生产生活造成一定的影响。裂缝通常分布于各采区的上方，随着开采的进行逐渐形成不同间隔的平行裂缝，地表裂缝将局部改变项目区的地形地貌，改变土壤结构，改

变地表土壤水分，地面建（构）筑物、植被、交通、电力等工农业生产设施也因此受到不同程度的损毁，对植被生长有一定的影响，可以采取一定的措施对其进行治理。

（2）地表裂缝产生时序

地下煤层采出后引起的地表沉陷是一个时间和空间过程。随着工作面的推进，不同时间的回采工作面与地表点的相对位置不同，开采对地表点的影响也不同。地表点的移动经历一个由开始移动到剧烈移动，最后到停止移动的全过程。在地表移动的过程也是地表裂缝产生的过程，从而造成地表土地受到损毁，影响到土壤水分等土壤理化性质，对地表植被造成损害。本项目煤矿开采与土地损毁的时序关系见图 3.3-1。

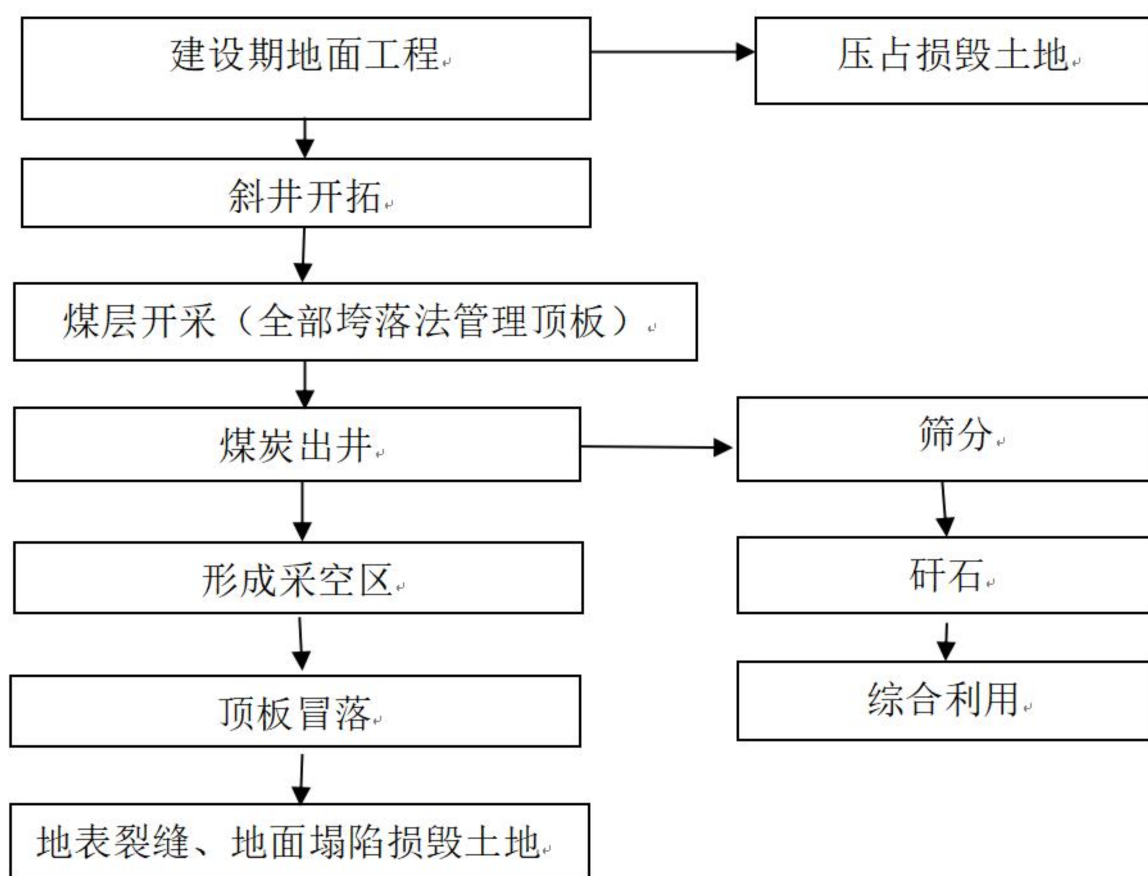


图 3.3-1 煤矿开采与土地损毁时序关系图

（3）地表裂缝造成土地损毁程度分析

本项目中，地表裂缝造成的土地损毁程度的判定采用类比分析法，即依据已开采区域的土地损毁程度，同时参考《土地复垦方案编制规程》提供的采煤沉陷土地损毁程度分级参考标准。

（二）已损各类土地现状

1、矿山工业场地及其附属设施损毁土地

已损毁区包括工业场地、排矸场、炸药库、输电线路等占压损毁土地。具体面积见表 3.3-1。

表 3.3-1　矿山地面建筑工程已损毁土地面积现状表（压占）

一级地类		二级地类		压占已损毁土地				
				工业场地（临时）	排矸场	炸药库	高压输电线路	合计
03	林地	05	灌木林地		2.5602			2.5602
04	草地	01	天然牧草地				0.01	0.01
		04	其他草地		0.2355			0.2355
05	商业用地	08	物流仓储用地			0.1132		0.1132
06	工矿仓储用地	02	采矿用地	2.7402				2.7402
合计				2.7402	2.7957	0.1132	0.01	5.6591
损毁程度				重度	重度	重度	轻度	

2、已损毁土地的确定

（1）采煤塌陷损毁土地

据野外调查及资料分析，亿隆矿井存在 3 处塌陷地（TX1~TX3），已损毁区主要为历史采空区形成的地面塌陷损毁。地面塌陷 TX1 位于矿区北部的 12302-12306 工作面，开采时间为 2019 年-2022 年，面积为 1.1968km^2；地面塌陷 TX2 位于矿区东南的 12201-12203，工作面开采时间为 2023 年-2024 年，面积为 0.5346km^2；TX3 位于矿区中部开采时间为 2024 年，面积为 0.0561km^2。开采煤层为 2^{-2} 煤，采用斜井开拓方式，各煤层均适宜采用长壁式机械化开采，全部垮落法管理顶板。形成时间 2022 年以前，损毁程度为重度，损毁方式为塌陷损毁。见表 3.3-2。

表 3.3-2　已沉陷损毁土地面积现状表

已损毁土地面积现状表（压占、损毁）　　　　　　单位 hm²							
一级地类		二级地类		沉陷已损毁土地			已损毁土地合计
				矿区道路	供水管线	土地	
01	耕地	03	旱地		0.0624	47.7046	47.7670
03	林地	05	灌木林地			34.2583	34.2583
		07	其他林地			16.6607	16.6607
04	草地	01	天然牧草地		0.0552	72.8587	72.9139
		04	其他草地		0.0831	5.5587	5.6418

已损毁土地面积现状表（压占、损毁）　　　　单位 hm^2							
一级地类		二级地类		沉陷已损毁土地			已损毁土地合计
				矿区道路	供水管线	土地	
10	交通运输用地	03	公路用地	3.7460			3.7460
		06	农村道路	0.4640		1.7116	2.1756
损毁程度				重度	重度	重度	
合计				4.2100	0.2007	178.7526	183.1633

（三）拟损毁土地预测与评估

土地破坏预测是根据矿区特定的自然、地理、地质、开采条件及开发方案进行具体分析和推断的。土地破坏预测实际上是矿区开发活动引起的矿区土地地形与土地质量变化程度的预测，它表现在矿区开采活动引起的矿区地形变化、土地质量控制因素指标值在矿区原始土地质量背景值基础上不利于土地利用的“恶性”变化。根据亿隆煤矿开发建设以及矿井开采运行特点，矿井拟损毁土地主要有以下两个方面：

①项目在生产运行中由于煤层的开采造成地裂缝、塌陷坑对土地的破坏；

②项目在生产运行中对土地的破坏。

1、预测年限及预测范围

煤矿生产运营阶段会造成地表沉陷，是煤矿开采造成土地损毁的最主要形式，依据本煤矿煤层赋存特征、开采条件、采煤方法及开拓开采方案，考虑到土地复垦工作计划安排的阶段性和可操作性，煤矿开采过程中地表沉陷的时间效应和沉陷过程的复杂性，根据煤矿的服务年限，确定地表沉陷预测时段为剩余服务年限 8.3 年。

亿隆煤矿剩余服务年限开采煤层为部分 3^{-2} 煤，划分为 2 个盘区，3^{-2} 煤层划分 2 个盘区（131 盘区、132 盘区），3^{-2} 煤计划开采年限为 3.2 年，由于矿山剩余服务年限小于 10 年，将本方案设计生产年限划分为 1 个时段（适用期）。

2、沉陷拟损毁土地预测

（1）土地损毁程度等级分级指标

复垦区拟塌陷损毁土地损毁程度主要取决于沉陷裂缝的宽度、密度和沉陷的深度等，而裂缝的宽度和密度与地表水平变形值的大小和深厚比的大小有密切关系。本方案对土地损毁程度的确定参照《土地复垦方案编制规程第 3 部分：井工煤矿》中土地损毁程度分级标准进行，具体见表 3.3-3~3.3-4。

表 3.3-3　旱地损毁程度分级标准

损毁等级	水平移动 mm	附加倾斜 mm•m^{-1}	下沉 m	沉陷后潜水位埋深 m	生产力降低 %
轻度	≤8.0	≤20.0	≤2.0	≥1.5	≤20.0
中度	8.0～16.0	20.0～40.0	2.0～5.0	0.5～1.5	20.0～60.0
重度	≥16.0	≥40.0	≥5.0	≤0.5	≥60.0

表 3.3-4　林地、草地损毁程度分级标准

损毁等级	水平移动 mm	附加倾斜 mm•m^{-1}	下沉 m	沉陷后潜水位埋深 m	生产力降低 %
轻度	≤8.0	≤20.0	≤2.0	≥1.0	≤20.0
中度	8.0～20.0	20.0～50.0	2.0～6.0	0.3～1.0	20.0～60.0
重度	≥20.0	≥50.0	≥6.0	≤0.3	≥60.0

注：附加倾斜指受采煤沉陷影响而增加的倾斜（坡度）。

地表沉陷对地表形态、地形地貌的损毁程度预测

亿隆煤矿 3^{-2} 煤层开采后，其地表沉降值变化于 496～806mm 之间，平均 651mm，根据上表确定其损毁程度为轻度-中度。

亿隆煤矿开采深度不大，3^{-2} 开采后水平移动值变化于 149～242mm 之间，平均 195mm，水平变形值变化于 3.6～7.4mm 之间，平均 6.0mm/m，地面会出现采动裂缝，根据表上表确定其损毁程度为轻度。

煤矿地处陕北黄土高原北端，毛乌素沙漠东南缘，地表大部被第四系黄土所覆盖。煤炭开采后地表最大下沉值约为 2.3m，出现在煤层较厚区域，在采区边界附近会形成小幅下沉台阶，会对局部地区地形标高造成一定的影响，最大下沉值远小于本区地形高差 195m，地表移动对地表形态的影响较小，总体不会改变原有地貌单元类型。

（2）土地损毁预测结果

根据土地损毁程度划分依据，将各阶段土地利用现状图、下沉等值线图等叠加，得到剩余工作面开采损毁土地类型（表 3.3-5）。损毁面积为 348.1335hm^2。各土地损毁程度及位置具体见附图 4。

（3）采区不同损毁程度面积分级统计

根据本矿区的地质特征及开采条件，结合国内同类矿井的经验参数计算确定，地

表沉陷的最终影响范围为开采边界外 126~211m。根据对亿隆煤矿采煤沉陷区地表最大下沉、位移等计算和土地损毁等级划分标准，对煤矿采区土地损毁程度等级进行了划分（见表 3.3-5，3.3-6），由土地利用现状图量算该煤矿采区各个损毁等级的沉陷面积、沉陷土地类型。

根据沉陷预测，沉降盆地中心部位以垂向下沉为主，水平位移、倾斜位移量较小；而盆地边缘及外缘裂隙拉伸带则以倾斜位移和水平位移变形为主。亿隆煤矿开采后，地表最大变形值对照表 3.3-3~4，并结合地面塌陷地表变形特征经验可知，沉陷盆地区域土地损毁等级为中度，在采区边缘地带土地损毁等级为重度，采区沉陷外沿区土地损毁等级为轻度。

1）采区沉陷盆地边缘带（地面塌陷拉伸带）

经量算得采区边缘区面积约 53.1881hm^2，占整个塌陷区面积的 15.5%。该区域为重度损毁区，需作为重点复垦整治区域。沉陷边缘地带由于地形产生了较大的裂缝，地貌也受到了严重的损毁，耕地、草地、林地已经无法恢复到以前的状态，因此复垦期间将边缘地带进行碾压处理，恢复成原有土地类型。

2）采区沉陷盆地中部区（地面塌陷区中部）

经量算采区沉陷盆地中部损毁区面积约 263.5537hm^2，占整个塌陷区面积的 75.35%。该区为中度损毁区，作为本方案次重点复垦整治对象。地面塌陷区中部由于地表沉降变形整体幅度相近，不会形成较大的破裂带，对土体损毁幅度较小。

3）采区沉陷外沿区（塌陷区最外侧）

采区沉陷外沿区距离开采区最远，沉陷对其影响轻微。本区面积约 31.3917hm^2，占整个沉陷区面积的 9.15%。采区沉陷外沿区距离开采区最远，沉陷对其影响轻微，复垦整治工作量小。预测该区土地损毁程度为轻度，作为本方案一般复垦整治对象。

表 3.3-5　剩余开采区预测土地损毁程度统计表

一级地类		二级地类		全井田拟沉陷损毁面积及比例			
				轻度	中度	重度	合计
01	耕地	03	旱地	8.1065	76.6196	14.4809	99.2070
03	林地	01	乔木林地	0.7959	7.3517	1.5152	9.6627
		05	灌木林地	1.4970	21.6502	3.3823	26.5295
		07	其他林地	1.4254	15.3869	1.4901	18.3025
04	草地	01	天然牧草地	13.3503	122.5750	22.9571	158.8824
		03	人工牧草地	1.4307	3.0259	2.8025	7.2591
		04	其他草地	0.9936	7.5389	1.7768	10.3094
06	工矿仓	01	工业用地	0.4317	0.4387	0.8525	1.7228

一级地类		二级地类		全井田拟沉陷损毁面积及比例			
				轻度	中度	重度	合计
	储用地	02	采矿用地	2.3649	5.5616	3.0758	11.0023
07	住宅用地	02	农村宅基地	0.3545	0.5179	0.2574	1.1299
09	特殊用地		特殊用地	0.1813			0.1813
10	交通运输用地	06	农村道路	0.3009	2.6162	0.3290	3.2462
12	其他土地	06	裸土地	0.1589	0.2710	0.2685	0.6983
合计				31.3917	263.5537	53.1881	348.1335

3、拟损毁土地重复损毁的可能性分析

煤矿上期《两案》开采煤层为 2^{-2} 煤层，开采盘区及位置位于煤矿东部和北部。本次《两案》开采煤层为 3^{-2} 煤层，开采盘区及位置位于煤矿西部。根据土地损毁程度划分依据，将各阶段土地利用现状图、下沉等值线图等叠加至剩余工作面和开采损毁土地类型见图 3.3-1，已损毁与拟损毁之间无重复损毁。



图 3.3-1 已损毁与拟损毁土地现状图

四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围

（一）矿山地质环境保护与恢复治理分区

1、分区原则及方法

（1）分区原则

矿山地质环境保护治理分区是在综合考虑矿山地质环境背景条件、矿山地质环境问题及其现状、预测影响程度以及矿山地质环境保护与土地复垦措施实施的难易程度等因素的基础上进行的，具体遵循以下原则：

1）以采矿对矿山地质环境造成的影响为主要因素，兼顾矿区地质环境背景，突出矿山地质环境问题、现状评估与预测评估的原则。

2）结合开采区内可能引发的矿山地质环境问题的分布特征、受威胁对象的损失程度，依据“区内相似，区际相异”的原则进行分区。

3）综合分析的原则，矿山地质环境问题的影响因素很多，每一处矿山地质环境问题均是多种因素综合作用的结果。因此，客观分析各个致灾因素，才能较客观地反应矿山地质环境保护与土地复垦分区。

（2）分区方法

在对不稳定地质体、含水层、地形地貌景观、水土环境的现状与预测评估的基础上，根据防治难易程度，对矿山地质环境保护与治理恢复进行分区。选取不稳定地质体、含水层、地形地貌景观、水土环境现状与预测评估结果作为分区指标，利用叠加法进行分区，分区标准见表 2.4-1。

表 3.4-1　矿山地质环境保护与治理恢复分区标准

分区指标	评估阶段	分区级别		
		重点	次重点	一般
不稳定地质体影响程度	现状评估	严重	较严重	较轻
	预测评估			
含水层影响和破坏	现状评估	严重	较严重	较轻
	预测评估			
地形地貌景观影响和破坏	现状评估	严重	较严重	较轻
	预测评估			
水土环境	现状评估	严重	较严重	较轻
	预测评估			

对同一地质环境问题，当现状评估与预测评估区域重叠时采取就上原则进行分区。当不同地质环境问题重叠时，也采取就上原则进行分区。

2、分区评述

通过叠加，矿山地质环境问题影响程度分为严重、较严重和较轻三个级别。综合考虑危害对象、损失与治理难度，矿山地质环境问题影响程度，将全区划分为 3 级 9 个保护与治理分区，4 个重点防治区，面积 25.7078hm²，占评估面积的 1.71%；2 个次重点防治区，面积 144.6593hm²，占评估面积的 9.61%；3 个一般防治区，面积 1228.2429hm²，占评估面积的 88.68%。

表 3.4-2 矿山地质环境防治分区一览表

分区编号	位置	危害对象	面积（hm²）	占比（%）	地质环境影响程度		主要地质环境问题			
					现状	预测	不稳定地质体	含水层	地形地貌景观	水土环境
I_1	工业广场	工业场地生产生活设施及工作人员	18.5889	1.24	严重	较轻	现状危险性小；预测小	严重	现状较严重；预测较轻	较轻
I_2	排矸场	现有林地及草地	2.7957	0.19	较严重	较严重	现状危险性小；预测小		现状较严重；预测较轻	
I_3	炸药库	坡体下方废弃房屋	0.1132	0.01	严重	严重	现状危险性中等；预测中等		现状严重；预测较轻	
I_4	进矿道路	进矿道路及过往车辆和行人	4.21	0.28	严重	严重	现状危险性中等；预测危险性中等		现状严重；预测较轻	
II_1	评估区西北部	耕地及务农人员和林草地、通村道路和建筑物	50.3865	3.35	较轻	较严重	现状危险性小；预测危险性中等		现状较轻；预测较轻	
II_2			94.2728	6.27	较轻	较严重	现状危险性小；预测危险性中等		现状较轻；预测较轻	
III_1	评估区西北部	耕地及务农人员及林草地	139.5587	9.28	较轻	较轻	现状危险性小；预测危险性小		现状较轻；预测较轻	
III_2	评估区西部		32.5267	2.16						
III_3	矿区其他地区		1162.1575	77.24						
合计			1504.6100	100	/	/	/	/	/	/

（二）土地复垦区与复垦责任范围

1、复垦区范围确定

复垦区是由永久性建设用地和损毁土地组成，本项目中永久性建设用地全部为工业场地，面积为 15.8487hm^2。

复垦区由已损毁土地和拟损毁土地构成，损毁和已损毁土地之间没有重复损毁面积。

已损毁土地面积 188.8124hm^2，包括工业场地（临时）2.7402hm^2，炸药库 0.1132hm^2，排矸场 2.7957hm^2，地面沉陷损毁土地 183.1633m^2。

拟损毁土地面积 348.1335hm^2，因本次开采煤层为 3^{-2} 煤层，为同一水平面，因此无重复损毁土地。

2、土地复垦责任范围

本项目永久性建设用地均不再留续使用，纳入复垦责任范围，因此本项目复垦责任范围与复垦区面积一致，各面积关系具体见图 3.4-1，表 3.4-3。

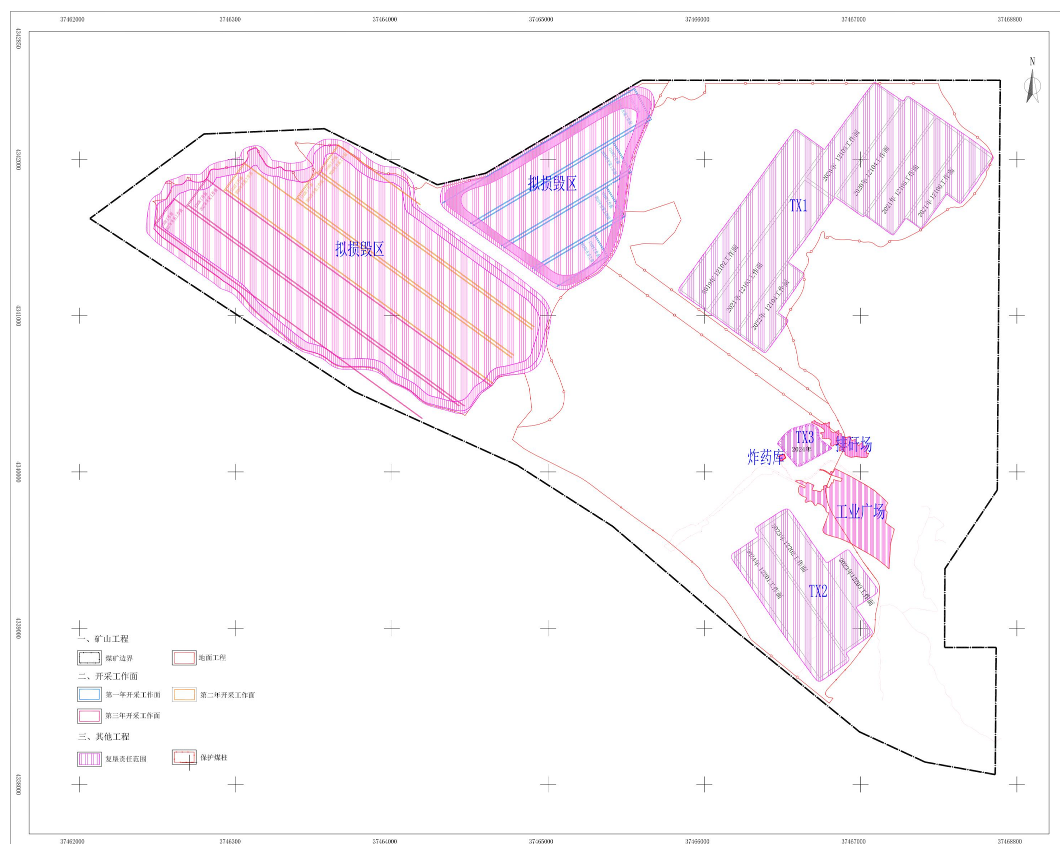


图 3.4-1　复垦区/复垦责任范围分布示意图

表 3.4-3　复垦区/复垦责任范围面积关系表

序号	分区		面积（hm²）	备注
1	永久性建设用地	矿井工业场地	15.8487	不留续使用
2	临时用地	工业场地（临时）	2.7402	
3		炸药库	0.1132	/
4		排矸场	2.7957	/
5	小计		21.4978	/
6	损毁土地	已沉陷损毁土地	183.1633	均位于拟沉陷损毁土地范围外
7		拟沉陷损毁土地	348.1335	拟沉陷损毁土地包括两个盘区 131、132 盘区，131 盘区位于矿区西北部，132 盘区位于矿区西部。
8		小计	531.2968	
9	复垦区面积	/	552.7946	永久性建设用地+损毁土地
10	复垦责任区面积	/	552.7946	不留续使用永久性建设用地+损毁土地

表 3.4.4 复垦责任范围坐标表

复垦分区	序号	X 坐标	Y 坐标	序号	X 坐标	Y 坐标
工业场地	1			11		
	2			12		
	3			13		
	4			14		
	5			15		
	6			16		
	7			17		
	8			18		
	9			19		
	10			20		
炸药库	1			4		
	2			5		
	3			6		
排矸场	1			16		
	2			17		
	3			18		
	4			19		
	5			20		
	6			21		
	7			22		
	8			23		
	9			24		
	10			25		
	11			26		

复垦分区	序号	X 坐标	Y 坐标	序号	X 坐标	Y 坐标
	12			27		
	13			28		
	14			29		
	15			30		
已沉陷损毁土地	1			26		
	2			27		
	3			28		
	4			29		
	5			30		
	6			31		
	7			32		
	8			33		
	9			34		
	10			35		
	11			36		
	12			37		
	13			38		
	14			39		
	15			40		
	16			41		
	17			42		
	18			43		
	19			44		
	20			45		
	21			46		
	22			47		
	23			48		
	24			49		
	25					
拟沉陷损毁土地	1			42		
	2			43		
	3			44		
	4			45		
	5			46		
	6			47		
	7			48		
	8			49		
	9			50		
	10			51		
	11			52		
	12			53		
	13			54		

复垦分区	序号	X 坐标	Y 坐标	序号	X 坐标	Y 坐标
	14			55		
	15			56		
	16			57		
	17			58		
	18			59		
	19			60		
	20			61		
	21			62		
	22			63		
	23			64		
	24			65		
	25			66		
	26			67		
	27			68		
	28			69		
	29			70		
	30			71		
	31			72		
	32			73		
	33			74		
	34			75		
	35			76		
	36			77		
	37			78		
	38			79		
	39			80		
	40			81		
	41					

（三）土地类别与权属

1、土地利用类型

复垦区各土地类型面积分类详见表 3.4-5。矿区内土地现状及规划详见土地利用现状图和土地复垦规划图（附图 2、附图 5）。

（1）土地利用现状及类型

复垦区土地利用现状分为 9 个一级类和 15 个二级类，分别为耕地、林地、草地、商服用地、工矿仓储用地、住宅用地、特殊用地、交通运输用地、其他土地，面积为 552.7946hm^2，复垦区及复垦责任范围土地利用情况见表 3.4-5。

（2）土地损毁程度及类型

根据现场调查及测验，复垦区内的耕地土壤分布在基质沙性大，肥力不足，缺氮少磷，有机质含量低，仅 0.21～0.81%；土壤主要由 0.25mm 以下颗粒组成，细砂粒和粉粒占总重量的 60％。有轻度碳酸钙，土层中有假苗丝状或霜状白色石灰新生体，但无明显钙积层；剖面质地均一，无粘化特征，垂直节理发育，透水性好，保水、保肥性差， 风蚀较严重。

复垦区内耕地主要为旱地，主要农作物为玉米、谷子、土豆等，农作物均为一年一熟，其中玉米平均产量 550~600kg/亩。。

（3）农林草生产状况

复垦区旱地主要分布在河谷及部分地势低水分好的地段，以耕地和农田防护林 系统为主，主要的农作物有玉米、谷子、土豆等，部分旱地已撂荒。

复垦区林草覆盖率约为 50% ，土地类型以天然牧草地为主，草本类型为紫花苜蓿、沙打旺等呈片状广泛分布；灌木林地次之，主要柠条、沙柳、紫穗槐、沙棘等。

（4）基本农田、田间配套分布情况

项目区耕地为旱地，以旱地为主，田间道路主要以素土路面为主。

亿隆煤矿井田面积 1398.61hm^2，亿隆煤矿矿区内共有基本农田约 199.4947hm^2，在区内主要集中在井田南部和中部的黄土梁与黄土塬上（见图 2.4-1）。

其中，地面建设工程用地不占用基本农田；目前地表变已形损毁基本农田 32.6372hm^2，占井田内基本农田总数的 16.36%；预测煤矿后续开采损毁土地中，共损毁基本农田 53.2078hm^2，占井田内基本农田总数的 26.67%；本矿承诺，未来本矿无新建地面建筑工程，不压占损毁区内基本农田，在采煤损毁基本农田后，需要及时对损毁的基本农田进行土壤重构、农田恢复和土壤培肥等生物化学复垦工程，保证区内基本农田功能性不降低。

表 3.4-5　复垦区土地权属表单位：hm^2

一级地类		二级地类		亿隆煤矿	三道沟	张明沟	大伙盘村	老高川村	合计
01	耕地	0103	旱地		9.4538	24.7097	5.7515	106.9966	146.9116
03	林地	0301	乔木林地			0.9282		9.6627	10.5910
		0305	灌木林地		6.3080	25.7135	8.9525	22.3740	63.3480
		0307	其他林地		12.8678	2.8457	8.5193	9.8020	34.0348
04	草地	0401	天然牧草地		39.8378	27.2275	16.5868	152.4157	236.0678
		0403	人工牧草地				7.2591		7.2591
		0404	其他草地		1.4986	3.5695	1.1998	9.8357	16.1036

一级地类		二级地类		亿隆煤矿	三道沟	张明沟	大伙盘村	老高川村	合计
05	商服用地	0508	物流仓储用地	0.1132					0.1132
06	工矿仓储用地	0601	工业用地		0.0841			1.7228	1.8069
		0602	采矿用地	18.5889			9.9939	1.0084	29.5912
07	住宅用地	0702	农村宅基地					1.1299	1.1299
9	特殊用地	09	特殊用地					0.1813	0.1813
10	交通运输用地	1006	农村道路		0.6323	1.0411	0.4063	2.8782	4.9578
12	其他土地	1206	裸土地				0.5313	0.1670	0.6983
合计				18.7021	70.6823	86.0353	59.2005	318.1744	552.7946

表 3.4-6　复垦区/复垦责任范围面积统计表　单位 hm^2

一级地类		二级地类		复垦区											
				复垦责任范围											
				压占损毁土地			小计	已沉陷损毁土地	小计	拟沉陷损毁土地			小计	合计	复垦区/复垦责任范围面积
				工业场地	排矸场	炸药库				轻度	中度	重度			
01	耕地	03	旱地					47.7046	47.7046	8.1065	76.6196	14.4809	99.2070	146.9116	146.9116
03	林地	01	乔木林地					0.9282	0.9282	0.7959	7.3517	1.5152	9.6627	10.5910	10.5910
		05	灌木林地		2.5602		2.5602	34.2583	34.2583	1.4970	21.6502	3.3823	26.5295	63.3480	63.3480
		07	其他林地					15.7324	15.7324	1.4254	15.3869	1.4901	18.3025	34.0348	34.0348
04	草地	01	天然牧草地					77.1854	77.1854	13.3503	122.5750	22.9571	158.8824	236.0678	236.0678
		03	人工牧草地							1.4307	3.0259	2.8025	7.2591	7.2591	7.2591
		04	其他草地		0.2355		0.2355	5.5587	5.5587	0.9936	7.5389	1.7768	10.3094	16.1036	16.1036
05	商业用地	08	物流仓储用地			0.1132	0.1132						0.0000	0.1132	0.1132
06	工矿仓储用地	01	工业用地					0.0841	0.0841	0.4317	0.4387	0.8525	1.7228	1.8069	1.8069
		02	采矿用地	18.5889			18.5889			2.3649	5.5616	3.0758	11.0023	29.5912	29.5912
07	住宅用地	02	农村宅基地							0.3545	0.5179	0.2574	1.1299	1.1299	1.1299
09	特殊用地		特殊用地							0.1813			0.1813	0.1813	0.1813
10	交通运输用地	06	农村道路					1.7116	1.7116	0.3009	2.6162	0.3290	3.2462	4.9578	4.9578
12	其他土地	06	裸土地							0.1589	0.2710	0.2685	0.6983	0.6983	0.6983
合计				18.5889	2.7957	0.1132	21.4978	183.1633	183.1634	31.3917	263.5537	53.1881	348.1335	552.7946	552.7946

第四章　矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析

一、矿山地质环境治理可行性分析

（一）技术可行性分析

通过现状与预测分析，评估区矿山地质环境问题主要集中在不稳定地质体引发的地面建构筑物破坏、含水层结构破坏、地形地貌景观和水土环境方面。针对矿山建设以及采煤活动所导致的一系列矿山地质环境问题，可采用不同的技术方法对其实施预防和治理。

（1）不稳定地质体：据野外调查，评估区范围共发育不稳定地质体 6 处，依据不稳定地质体发育特征及危害对象，现状及预测危险性中等，治理措施包括：人工休整边坡、被动防护网等工程，这些工程都是在崩塌灾害治理过程中常用的方法，技术成熟，经验丰富，在治理中取得了良好的实践效果，可运用于评估区的崩塌治理。

（2）含水层：评估区内煤矿开采对第四系全新统冲积层孔隙潜水含水层、第四系中上更新统黄土孔隙潜水含水层以及侏罗系中-下统延安-富县组砂岩孔隙裂隙承压水含水层结构破坏，地下水可能被疏干或半疏干，地下水位下降。对含水层的恢复治理以监测与土地复垦（填堵裂缝、绿化等）相结合的方式实施，保障其自然恢复。

（3）地形地貌：煤层开采及地面建设工程影响原生地形地貌，主要为主工业场地和排矸场、进场公路等的建设改变了评估区内原有自然景观，造成景观生态系统在空间分布上的不连续性。同时，煤层开采及地面建设工程损毁土地，造成地表裸露，植被破坏。矿区内地形地貌景观恢复治理工程主要采取闭坑后拆除地面建筑、清理建筑垃圾、封堵井口、设置警示牌、矿山地质环境监测等措施进行治理。以上工程措施易于实施，技术上可行。

（4）水土环境：煤矿生产期井下主要为煤巷开拓，产生的矸石量为 6 万 t/a，根据亿隆煤矿与府谷县机制砖厂签订的煤矸石处置协议（详见附件），亿隆煤矿产生的煤矸石销售给府谷县机制砖厂，作为制砖的原料。本矿井煤矸石利用率 100%。

矿井后期可根据煤矿实际情况开展煤矸石井下充填开采技术的应用和研究。

煤矿生活用水来自府谷县惠泉水务公司供水，该矿山生活污水为浴池、卫生间、食堂和其他杂用水等排入或汇入污水管网，工业场地生产、生活污水产生量 183m^3/d，本矿井工业场地内已建有一座生活污水处理站，规模 480m^3/d，目前实际处理水量约 183m^3/d。

总之，对不稳定地质体、含水层、地形地貌、水土环境监测均有相对成熟的技术支撑，并适合评估区矿山地质环境治理工程。本方案按照治理分区，以近期矿山地质环境保护和恢复治理工作为重点，重点防治区为工程治理重点，坚持“预防为主、防治结合、在保护中开发、在开发中保护；因地制宜、边开采边治理”的原则。

综上所述，针对矿山建设以及采煤活动所导致的一系列矿山地质环境问题，综合分析其预防治理措施，技术上可行。

（二）经济可行性分析

本方案矿山地质环境治理工程主要包括不稳定地质体防治工程、含水层破坏防治工程、地形地貌景观破坏恢复治理工程、水土环境问题以及地质环境监测工程。对于矿山地质环境问题进行综合分析预算。

1、销售收入估算

结合当地煤炭供需情况及对未来煤炭市场需求的预测分析，煤矿原煤综合售价为 480 元/t，年销售收入为 57600 万元。

2、生产成本估算

参考现有生产矿井和国内类似生产矿井及选煤厂实际成本，结合本项目开采技术条件、开拓开采方法、技术装备水平、劳动生产率等实际情况，项目成本费用为 300 元/t，年总成本为 36000 万元。

3、经济可行性分析

由以上分析可知，煤矿企业年产毛利润约为 21620 万元。本方案近期矿山地质环境保护与土地复垦投资为4088.53 万元，矿山地质环境保护估算投资 1532.23 万元，土地复垦估算投资 2556.30 万元。年均 817.71 万元，远远小于企业毛利润，因此本

方案经济上可行。

矿山已按规定建立了矿山环境治理与土地复垦基金制度，并且，本方案治理项目启动后，矿山地质环境治理工程实施和后期维护都需要相当大量的机械设备和劳动力，可在一段时间内解决当地的部分劳动力就业问题，增加当地居民收入。因此，综合分析其在经济上可行。

（三）生态环境协调性分析

方案按照"依靠科技进步、发展循环经济"实施后矿区不稳定地质体得到一定程度的遏制，可消除地面塌陷、地裂缝等不稳定地质体对矿区居民房屋、输电线路、道路等建筑物的威胁，使恶劣的矿山地质环境条件得到改善。并使恶劣的矿山地质环境条件得到改善。使生态环境和地貌景观得到恢复，矿山生态系统达到平衡，受损的土地得到重新利用，水土损毁得到抑制。地形地貌景观、复垦类型因地制宜，基本恢复原生地貌，同周边景观的协调性一致性较好。

二、矿区土地复垦可行性分析

（一）复垦区土地利用现状

复垦责任区土地类型可分为九个一级类十四个二级类，共计 552.7946hm^2。

根据现场调查及损毁预测，本方案土地损毁形式为压占损毁和沉陷损毁，其中：拟沉陷损毁土地面积共计 348.1335hm^2，已压占损毁土地面积共计 5.6591hm^2，已沉陷损毁 183.1633hm^2。

（二）土地复垦适宜性评价

土地复垦适宜性评价是一种预测性的土地适宜性评价，是依据《国土空间规划》及相关规划，按照因地制宜的原则，在充分尊重土地权益人的意愿的前提下，根据土地利用类型、土地损毁程度、公众参与意见等，在经济可行、技术合理的条件下，确定拟复垦土地的最佳利用方向，划分土地复垦单元。土地复垦适宜性评价是确定损毁土地复垦方向的前提和基础，为复垦技术的选择提供参考，指导土地复垦工程的设计。

1、评价的原则

（1）符合国土空间规划，并与其他规划相协调

《国土空间规划》是从全局和长远的利益出发，以区域内全部土地为对象，对土地利用、开发、整治、保护等方面所作的统筹安排。土地复垦适宜性评价应符合《国土空间规划》，避免盲目投资、过度超前浪费土地资源。同时也应与其他规划（农业区划、农业生产远景规划、城乡规划等）相协调。

（2）因地制宜，农用地优先的原则

土地的利用受周围环境条件制约，土地利用方式必须与环境特征相适应。根据被损毁土地前后拥有的基础设施，因地制宜，扬长避短，发挥优势，宜农则农，宜林则林，宜牧则牧。《土地复垦条例》第四条规定，复垦的土地应当优先用于农业。

（3）自然因素和社会经济因素相结合原则

进行复垦责任范围内被损毁土地复垦适宜性评价时，既要考虑它的自然属性（如土壤、气候、地貌、水资源等），也要考虑它的社会经济属性（如种植习惯、业主意愿、社会需求、生产力水平、生产布局等）。确定损毁土地复垦方向需综合考虑复垦区自然、社会经济因素以及公众参与意见等。复垦方向的确定应该类比周边同类项目复垦经验。

（4）主导性限制因素与综合平衡原则

影响损毁土地复垦利用的因素很多，如塌陷、土壤、水源、土壤肥力、坡度以及灌排条件等。根据复垦区自然环境、土地利用和土地损毁情况，分析影响损毁土地复垦利用的主导性限制因素，同时也应兼顾其他限制因素。

（5）综合效益最佳原则

在确定土地的复垦方向时，应首先考虑其最佳综合效益，选择最佳的利用方向，根据土地状况是否适宜复垦为某种用途的土地，或以最小的资金投入取得最佳的经济、社会和生态环境效益，同时应注意发挥整体效益，即根据区域《国土空间规划》划的要求，合理确定土地复垦方向。

（6）动态和土地可持续利用原则

土地损毁是一个动态过程，复垦土地的适宜性也随损毁等级与过程而变化，具有动态性，在进行复垦土地的适宜性评价时，应考虑矿区工农业发展的前景、科技

进步以及生产和生活水平所带来的社会需求方面的变化，确定复垦土地的开发利用方向。复垦后的土地应既能满足保护生物多样性和生态环境的需要，又能满足人类对土地的需求，应保证生态安全和人类社会可持续发展。

（7）经济可行与技术合理性原则

土地复垦所需的费用应在保证复垦目标完整、复垦效果达到复垦标准的前提下，兼顾土地复垦成本，尽可能减轻企业负担。复垦技术应能满足复垦工作顺利开展、复垦效果达到复垦标准的要求。

2、评价依据

土地复垦适宜性评价在详细调查分析复垦区自然条件、社会经济状况以及土地利用状况的基础上，依据国家和地方的法律法规及相关规划，综合考虑土地损毁分析结果、公众参与意见以及周边类似项目的复垦经验等，采取切实可行的办法，确定复垦利用方向。土地复垦适宜性评价主要依据包括：

（1）相关法律法规和规划

包括国家与地方有关土地复垦的法律法规，如《中华人民共和国土地管理法》、《土地复垦条例》、《土地复垦条例实施办法》、《陕西省实施<土地复垦条例>办法》等土地管理的相关法律法规和复垦区《国土空间规划》划及相关规划等。

（2）相关规程和标准

包括国家与地方的相关规程、标准等，如《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036—2013）、《土地整治高标准农田建设综合体》（DB61/T 991.1-991.7-2015）、《土地开发整理规划编制规程》（TD/T1011—2000）、《耕地后备资源调查与评价技术规程》（TD/T1007—2003）和《农用地质量分等规程》（GB/T 28407-2012）等。

（3）其他

包括复垦区及复垦责任范围内自然社会经济状况、土地损毁分析结果、土地损毁前后的土地利用状况、公众参与意见以及周边同类项目的类比分析。

3、评价范围的确定与评价单元的划分

（1）评价范围

本方案的评价范围与复垦责任范围一致，由工业场地、炸药库、排矸场及沉陷土地组成，面积为 552.7946hm^2。

（2）土地复垦评价单元的划分

评价单元是适宜性评价的基本工作单位，由于本方案土地复垦适宜性评价的对象为损毁土地，是一种对拟损毁土地和未来土地状况的评价。对其进行复垦规划的最重要因素为土地损毁类型、原土地利用现状以及损毁程度。由于本项目土地损毁的时段发生在建设期和生产期两个时段，且损毁土地的形式不同。因此，结合本项目环境特征，首先，将全部损毁土地（工业场地、炸药库、排矸场和沉陷损毁土地）划分为 18 个评价单元，具体见表 4.2-1。

表 4.2-1 土地复垦评价单元划分表

编号	损毁形式	损毁区域	损毁面积（hm^2）	损毁特点	评价单元
1	永久性建设用地/压占损毁土地	工业场地	18.5889	长期占用，地面硬化，地表框架构建筑物较多	工业场地
2		炸药库	0.1132	压占土地，地表硬化，有构建筑物长期压占	炸药库
3		排矸场地（滩面）	2.7957	临时占用	排矸场地
4		排矸场地（坡面）			
5	采煤沉陷	沉陷损毁土地	55.8111	地表沉陷损毁程度不同	轻度沉陷损毁耕地
6			76.6196		中度沉陷损毁耕地
7			14.4809		重度沉陷损毁耕地
8			54.6372		轻度沉陷损毁林地
9			44.3888		中度沉陷损毁林地
10			6.3876		重度沉陷损毁林地
11			98.5187		轻度沉陷损毁草地
12			133.1399		中度沉陷损毁草地
13			27.5364		重度沉陷损毁草地
14			1.8069		沉陷损毁工业用地
15			11.0023		沉陷损毁采矿用地
16			1.1299		搬迁农村宅基地
17			0.1813		沉陷损毁特殊用地
18			4.9578		交通运输用地
19			0.6983		沉陷损毁裸地
合计			552.7946	/	/

2、土地复垦利用目标与方向

在矿井服务期内将塌陷区和建设挖损压占损毁区通过工程与生物措施恢复其土

地利用价值。塌陷区和建设挖损压占损毁区根据其现状用地、《国土空间规划》划及土地适宜性评价，规划复垦为旱地、灌木林地、人工牧草地等。

（1）损毁区土地复垦方向

①工业场地复垦为旱地；

②炸药库复垦为灌木林地；

③排矸场复垦为灌木林地（灌草结合）；

④其它地类复垦为相应土地类型。

（2）复垦植被选择：

复垦耕地种植农作物为玉米、土豆等；沉陷区乔木林地种植油松；灌木林地种植紫穗槐；草地播撒紫花苜蓿。

开采沉陷区其他地类在原地块维持原土地利用功能不变，增加绿地面积与耕地面积。复垦后的土地在工程措施与生物措施的作用下，土壤质量将会逐步提高，植被覆盖率达到复垦标准，使复垦后的用地符合府谷县国土空间规划。复垦后土地利用状况见附图五亿隆煤矿土地复垦规划图。

4、损毁土地适宜性定性评价

本方案评价的对象为复垦责任范围内全部土地。

在参评因素的选取中，可供选择的因素很多，本方案主要依据地表损毁程度、土地损毁前的土地利用状况及生产水平，被损毁土地复垦资源的客观条件 3 个方面，选取损毁程度、地面坡度、土壤质地、土层厚度作为评价的参评因素。根据以上参评因素，本方案首先对损毁土地复垦适宜性作定性评价。

（1）工业场地

工业场地位于井田的东南部。工业场地可分为主斜井生产区、副井辅助生产区、行政福利区、风井生产区四个功能区，场地地面硬化程度高，地表有大量的构建筑物。因此，工业场地在压占性质、复垦时序上较为一致，在不进行地表清理的前提下，不适宜耕作及林草恢复。

建筑物拆除、客土覆土、平整培肥后复垦方向为旱地。

（2）炸药库

炸药库位于工业场地以西地势低洼的自然沟系中，地表遗留有砖石结构的构建筑物及硬化地表。在压占性质、复垦时序上一致，在不进行地表清理的前提下，不适宜耕作及林草恢复。

建筑物拆除、客土覆土、平整培肥后复垦方向为灌木林地。

（3）排矸场

排矸场服务期满后，由于矸石的压占，地表无土层厚度，在其不覆土的情况下，表面有效土层厚度为零，无植物生长必需的土壤条件，不适宜耕作及林草恢复。

客土覆土、平整培肥后复垦方向为灌木林地坡面复垦为灌木林地（灌草结合）。

（4）沉陷土地

该部分土地损毁方式为塌陷损毁，损毁程度分为轻度损毁、中度损毁和重度损毁。该区域损毁表现在地表形态主要为地表裂缝及塌陷坑。

损毁耕地区域原有土层厚度可满足复垦为耕地要求，区位条件较好，旱地灌溉水源主要靠大气降水。但由于地裂缝或塌陷坑会造成农业生产诸多不便，无法顺利耕作。

损毁林地区域可以保证其所需要的土壤厚度要求，但沉陷会使树木受损，出现歪斜或死亡现象。

损毁草地区域土层厚度可满足植被种植需要，但大面积裂缝和塌陷会使得草木失去立地条件，出现枯萎和死亡现象。

综上所述，煤矿开采结束后，沉陷区土地均会遭到不同程度的损毁，在不对其进行资源配置的情况下，大部分无法直接种植农作物或发展成为林业或人工草地，土地自我恢复生产的可能性也相对较低。因此，要恢复损毁土地的生产或生态功能，达到复垦的目的，必须对其进行资源配置，再采取相应的措施。

5、损毁土地初步复垦方向的确定

根据复垦区《国土空间规划》，并与生态环境保护规划相衔接，从矿区所在地实际出发，通过对自然因素、社会经济因素、政策因素、公众意愿分析，初步确定复垦方向。

（1）《国土空间规划》及相关规划

国土空间规划是从全局和长远的利益出发，以区域内全部土地为对象，对土地利用、开发、整治、保护等方面所作的统筹安排。土地复垦适宜性评价应符合国土空间规划，避免盲目投资、过度超前浪费土地资源。同时也应与其他规划（农业区划、农业生产远景规划、城乡规划等）相协调。

本矿区规划综合考虑项目所在地区的实际情况，复垦责任范围损毁土地以农业生产、生态利用和改善复垦区生态环境为主。

（2）复垦区自然条件

复垦区属暖温带半干旱型大陆性季风气候，降水偏少。复垦区内水土资源分布特点为地形较平坦，地表水开发利用困难，部分地区地下水补给较好，第四系全新统冲洪积含水层取水条件较好。因此，应从自然条件分析复垦区适宜分区发展农业。

复垦区地处陕北黄土高原的北端和毛乌素沙漠东南缘的接壤地带，复垦区复垦单元属中温带干旱半干旱大陆性季风气候，该区春暖干燥，气温回升快，降水较少，多大风及风沙天气，易起沙尘；夏季炎热多雨，日温差大，7、8 两个月多雷阵雨及阵性大风天气；秋季凉爽湿润，气温下降快，10 月份后降水速减；冬季寒冷干燥，雨雪稀少，且封冻期较长季节性冻土最大冻深 186cm，冬季至春末夏初多风，平均风速为 2.5m/s，最大风速 18.7m/s，风向多为南西；多年平均降水量 537.3mm，平均蒸发量 2450.8mm。

复垦区内水土资源分布特点为地高水低，地表水开发利用困难，地下水补给条件差，一般地层含水量少、难以开发利用。因此从自然条件分析复垦区适宜分区发展农林业。

（3）项目所在地区经济社会情况分析

矿区位于府谷县西北部，该区内地广人稀，区内农村经济发展水平中度，区内大部分土地贫瘠，农作物主要受大气降水影响，产量较低。经济以农业为主、畜牧业次之。因此，项目所在区域复垦方向以不减少耕地。

（4）公众参与意见

复垦义务人亿隆煤矿和委托编制单位相关技术人员以走访、座谈的方式了解和听取了相关土地权利人和相关职能部门的意见，得到了他们的大力支持。通过走访

当地国土资源部门，当地国土部门在核实当地的土地利用现状及权属后，建议将损毁土地尽量恢复其原有功能，同时经建设单位与当地村委会及土地权属人协商，当地村委会及土地权属人首先同意将损毁土地复垦为耕地，在不能恢复为耕地时再恢复为林地和草地。

通过上述分析，结合复垦区的自然、社会经济特点，充分考虑政策因素和公众意见，本着农用地优先的原则，复垦主导方向为原地类复垦，恢复原土地功能。

6、待复垦土地适宜性评价

（1）评价因子选择

复垦责任范围损毁土地适宜性评价应选择一套相互独立而又相互补充的参评因素和主导因素。参评因子应满足以下要求：一是可测性，即参评因子是可以测量并可以用数值或序号表示的；二是关联性，即参评因子的增长或减少，标志着评价土地单元质量的提高或降低；三是稳定性，即选择的参评因子在任何条件下反映的质量持续稳定；四是不重叠性，即参评因子之间界限清楚，不致相互重叠。基于上述考虑，待复垦地区主要是以林地、草地和少量耕地为主，选择的评价因子和主导因子见表 4.2-2。

表 4.2-2 各单元评价因子选择情况表

序号	评价单元	主要因子	一般因子
1	工业场地	有效土层厚度、有机质、地形坡度	地表构建筑物形式、有机质、土壤类型
2	炸药库	有效土层厚度、有机质、地形坡度	地表构建筑物形式、有机质、土壤类型
3	排矸场地（滩面）	有效土层厚度、地形坡度、土源保证率、堆积物平整量、自然状况	堆置物的堆放形式及高度、对植物的化学成分影响程度、堆放时间及堆积的风化程度、压占土地的原利用类型
4	排矸场地（坡面）		
5	沉陷损毁土地	地形坡度、损毁类型及程度、土壤类型等	原利用类型（等级）、是否沉稳、灌溉条件、有效土层厚度、土壤质地、有机质等

（2）评价体系

评价体系确定为二级体系，分为两个序列：土地适宜类和土地质量等。土地适宜类分为适宜类、暂不适宜类和不适宜类。

适宜类按照土地质量等，分为I等地、II等地和III等地；暂不适宜类和不适宜类不进行续分，以“N”表示。

1）宜农土地

I等地：对农业生产无限制或少限制，地形平坦，质地好，肥力高，适于机耕，损毁轻微，易于恢复为耕地，在正常耕作管理措施下可获得不低于甚至高于损毁前耕地的质量，且正常利用不致发生退化。

II等地：对农业生产有一定限制，质地中等，损毁程度不深，需要经过一定的整治措施才能恢复为耕地。如利用不当，可导致水土的流失、肥力下降等现象。

III等地：对农业生产有较多限制，质地差，损毁严重，需采取较多整治措施才能使其恢复为耕地。

2）宜园、林土地

I等地：适于果木、林木生产，无明显限制因素，损毁轻微，采用一般技术造林植树，即可获得较大的产量和经济价值。

II等地：比较适于果木、林木生产，地形、土壤、水分等因素对树木种植有一定的限制，损毁程度不大，但是造林植树的要求较高，产量和经济价值一般。

III等地：果木、林木生长困难，地形、土壤和水分等限制因素较多，损毁严重，造林植树技术要求较高，产量和经济价值较低。

3）宜草土地

I等地：水土条件好，草群质量和产量高，损毁轻微，容易恢复为草场。

II等地：水土条件较好，草群质量和产量中等，有轻度退化，损毁程度不深，需经整治才能恢复为草场。

III等地：水土条件和草群质量差、产量低、退化和损毁严重，需大力整治复垦后方可利用。

（3）评价方法

1）极限条件法

极限条件法是基于系统工程中的“木桶原理”，即分类单元的最终质量取决于条件最差的因子的质量，模型为：

$$Y_i=\min(Y_{ij})$$

式中：Y_i为第 i 个评价单元的最终分值；Y_{ij}为第 i 个评价单元中第 j 个参评因子的分值。对于损毁土地再复垦过程中不能改进的限制性因素，将限制其复垦方向。

该方法评价标准中只需确定复垦方向的限制性因子及相应分值，不需要确定权重，不同的复垦方向应选择不同的评价因子及分值。评价结果确定标准为：Y_i=20分，则N复垦为该方向；若 Y_i>20 分，则基本适宜复垦为该方向。

在进行适宜性评价时，先进行宜耕方向的适宜性评价，再评价其是否适宜园林地或草地方向。该方法适宜于工业场地、炸药库、排矸场的评价。

2）综合指数法

首先，在确定各参评因子权重的基础上，将每个单元针对各个不同适宜类所得到的各参评因子等级指数分别乘以各自的权重值，然后进行累加分别得到每个单元适宜类型（如宜耕、宜园林、宜草）的总分，最后根据总分的高低确定每个单元对各土地适宜类的适宜性等级。其计算公式：

$$R(j)=\sum_{i=1}^{n} F_I W_I$$

式中：$R(j)$为第 j 单元的综合得分，F_i、Wi 分别是第 i 个参评因子的等级指数和权重值，n 为参评因子的个数。该方法适宜于沉陷土地的评价。

（4）适宜性评价过程

1）工业场地等土地适宜性评价

工业场地、炸药库这两个评价单元性质相近，均是地表存在构（建）筑物，全部或局部硬化地面，在对地面的构（建）筑物清理后才能进行土地复垦。在对该压占土地进行整地、覆土等资源配置后，其土地适宜性评价方法采用极限条件法。

①耕地复垦方向

限制性因素包括预期土层厚度、坡度、灌溉条件、区位条件、沉陷特征，评价标准体系具体见表4.4-3。根据该方法，计算出来工业场地、炸药库这五个评价单元耕地适宜性评价结果见表4.4-4。

表 4-3　工业场地等用地宜耕方向限制性因素评价标准

影响因子	因素特征分数标准	对应分数
坡度	＜2°	100
	2~6°	80
	6~15°	60
	15~25°	40
	＞25°	20
预期土层厚度	≥100cm	100
	80~100cm	80

影响因子	因素特征分数标准	对应分数
	60~80cm	60
	40~60cm	40
	＜40cm	20
沉陷深度	＜1m，简单治理后可耕作	100
	1~3m，沉陷地块经修复后适宜农作物生长	60
	＞3m，经治理后不适合耕种	20
灌溉条件	水源能保证，有良好的灌溉系统	100
	有水源条件，自然灌溉，水源利用不足，会产生季节性缺水	60
	缺少水源，无灌溉系统，无法满足灌溉	20
排水条件	有良好的排水设施，不存在积水情况	100
	自然排水，遇洪涝时会产生季节性积水	60
	无排水设施，积水无法排出	20
区位条件	距离村庄 3 公里内，有完善的道路系统，生产便捷	100
	距离村庄 3 公里内，无道路系统	60
	距离村庄 3 公里外，无道路系统，生产极不方便	20

从表 4.4-4 可以看出，工业场地单元适宜复垦为耕地，因此，复垦时间在本煤矿服务年限结束后，适宜复垦为耕地；炸药库 N 复垦为耕地，因此需对炸药库区域降级进行宜林方向的适宜性评价。

表 4.4-4 工业场地等用地压占土地宜耕方向适宜性评价结果

序号	评价单元	评价单元因素特征及分值												Yi	评价结果
		坡度		预期土层厚度		排水条件		灌溉条件		区位条件		沉陷深度			
		特征	分值	特征	分值	特征	分值	特征	分值	特征	分值	特征	分值		
1	工业场地	2~6°	80	50cm	40	自然排水，遇洪涝时会产生季节性积水	60	有水源条件，自然灌溉	60	有完善的道路系统，生产便捷	100	——	——	40	适宜
2	炸药库	2~6°	80	50cm	40	自然排水，遇洪涝时会产生季节性积水	20	有水源条件，自然灌溉	20	有完善的道路系统，生产便捷	100	——	——	20	N

②林地复垦方向

林地复垦方向的主要限制性因素为坡度、预期土层厚度、排水条件，评价标准见表 4.4-5。

表 4.4-5　炸药库用地宜林方向限制性因素评价标准

影响因子	因素特征分数标准	对应分数
坡度	＜25°	100
	25~45°	60
	＞45°	20
预期土层厚度	≥70cm	100
	50~70cm	80
	30~50cm	60
	＜30cm	20
排水条件	有良好的排水设施，不存在积水情况	100
	自然排水，遇洪涝时会产生季节性积水	60
	无排水设施，积水无法排出	20

根据公式 $Y_i=\min(Y_{ij})$ 及炸药库边坡限制性因子分析的特征情况，得到本单元土地宜林方向适宜性评价结果如表 4.4-6。

表 4.4-6　炸药库用地宜林方向适宜性评价结果

序号	评价单元	评价单元因素特征及分值						Yi	评价结果
		坡度		预期土层厚度		排水条件			
		特征	分值	特征	分值	特征	分值		
1	炸药库	2~6°	100	30cm	60	自然排水，遇洪涝时会产生季节性积水	60	60	适宜

由表 4.4-6 可知，炸药库宜复垦为林地因此，复垦时间在本煤矿服务年限结束后，适宜复垦为林地。

2）排矸场土地适宜性评价

排矸场地表为生土，在进行覆土及土壤熟化的情况下，才能进行土地复垦。在对该土地进行整地、覆土等资源配置后，其土地适宜性评价方法采用极限条件法。

①耕地复垦方向

限制性因素包括预期土层厚度、坡度、灌溉条件、区位条件，评价标准体系见表 4.4-7。根据该方法，计算出来的排矸场耕地适宜性评价结果见表 4.4-8。

表 4.4-7　排矸场用地宜耕方向限制性因素评价标准

影响因子	因素特征分数标准	对应分数
坡度	＜2°	100
	2~6°	80
	6~15°	60

影响因子	因素特征分数标准	对应分数
	15~25°	40
	＞25°	20
预期土层厚度	≥100cm	100
	80~100cm	80
	60~80cm	60
	40~60cm	40
	＜40cm	20
灌溉条件	水源能保证，有良好的灌溉系统	100
	有水源条件，自然灌溉，水源利用不足，会产生季节性缺水	60
	缺少水源，无灌溉系统，无法满足灌溉	20
区位条件	距离村庄 3 公里内，有完善的道路系统，生产便捷	100
	距离村庄 3 公里内，无道路系统	60
	距离村庄 3 公里外，无道路系统，生产极不方便	20

表 4.4-8　排矸场土地宜耕方向适宜性评价结果

序号	评价单元	评价单元因素特征及分值										Yi	评价结果
		坡度		预期土层厚度		排水条件		灌溉条件		区位条件			
		特征	分值	特征	分值	特征	分值	特征	分值	特征	分值		
1	排矸场（滩面）	2~6°	80	30cm	20	自然排水，遇洪涝时会产生季节性积水	60	缺少水源，无灌溉系统，无法满足灌溉	20	有完善的道路系统，生产便捷	100	20	N
2	排矸场（坡面）	27°	20	30cm	20	有良好的排水设施，不存在积水情况	100	缺少水源，无灌溉系统，无法满足灌溉	20	有完善的道路系统，生产便捷	100	20	N

根据表 4.4-8 可知，排矸场堆满后形成的滩面和坡面 N 复垦为林地，因此需对排矸场（滩面）、排矸场（坡面）区域降级进行宜林方向的适宜性评价。

②林地复垦方向

林地复垦方向的主要限制性因素为坡度、预期土层厚度等，评价标准见表 4.4-5。

根据公式 $Y_i=\min(Y_{ij})$及排矸场边坡限制性因子分析的特征情况，得到本单元土地宜林方向适宜性评价结果如表 4.4-9。

表 4.4-9 排矸场等用地宜林方向适宜性评价结果

序号	评价单元	评价单元因素特征及分值						Yi	评价结果
		坡度		预期土层厚度		排水条件			
		特征	分值	特征	分值	特征	分值		
1	排矸场（滩面）	2~6°	100	30cm	60	自然排水，遇洪涝时会产生季节性积水	60	60	适宜
2	排矸场（坡面）	27°	60	30cm	60	有良好的排水设施，不存在积水情况	100	60	适宜

由上表可知，排矸场滩面以及排矸场坡面、排土场坡面宜复垦为林地。

3）沉陷损毁土地适宜性评价

沉陷损毁土地中的耕地、林地、草地主要参评因子为地形坡度、灌溉条件、土壤类型、损毁程度等 5 项，其适宜性等级评价指标情况详见表 4.4-10。适宜性评价结果见表 4.4-11。

表 4.2-10　沉陷区土地适宜性等级评价体系表

地类及等级		参评因素及分级										
类型	适宜等级	地形坡度权重 0.3		灌溉条件权重 0.2		有效土层厚度权重 0.2		土壤质地权重 0.1		损毁程度权重 0.2		综合评分
		分级	分值	分级	分值	分级	分值	分级	分值	分级	分值	
耕地	I类	≤5°	100	有保证（有灌溉设施，同时水源有一定保障）	100	≥100	100	壤土	100	轻度	100	≥80
	II类	5°~15°	80	不稳定（没有灌溉设施，有一定的灌溉水源）	80	80~100	80	粘土	80	中度	60	79~60
	III类	15°~25°	60	一般（没有灌溉设施，水源保障一般）	60	50~80	60	砂壤土	60	重度	20	59~40
	N	≥25°	40	困难（没有灌溉设施，水源保障较差）	40	≤50	40	砂土	40	/	/	≤39
园林地	I类	≤15°	100	有保证（有灌溉设施，同时水源有一定保障）	100	≥80	100	壤土	100	轻度	100	≥80
	II类	15°~25°	80	不稳定（没有灌溉设施，有一定的灌溉水源）	80	60~80	80	粘土	80	中度	60	79~60
	III类	25°~35°	60	一般（没有灌溉设施，水源保障一般）	60	40~60	60	砂壤土	60	重度	20	59~40
	N	≥35°	40	困难（没有灌溉设施，水源保障较差）	40	≤40	40	砂土	40	/	/	≤39
草地	I类	≤15°	100	有保证（有灌溉设施，同时水源有一定保障）	100	≥25	100	壤土	100	轻度	100	≥80
	II类	15°~25°	80	不稳定（没有灌溉设施，有一定的灌溉水源）	80	20~25	80	粘土	80	中度	60	79~60
	III类	25°~40°	60	一般（没有灌溉设施，水源保障一般）	60	10~20	60	砂壤土	60	重度	20	59~40
	N	≥40°	40	困难（没有灌溉设施，水源保障较差）	40	≤10	40	砂土	40	/	/	≤39

注：表中地形坡度、灌溉条件分级指标参照《耕地后备资源调查与评价技术规程》待复垦沉陷地评价因子限制等级确定。

表 4.2-11　沉陷区损毁土地适宜性评价结果表

评价单元	地类	地形坡度		灌溉条件		有效土层厚度		土壤质地		损毁程度		综合评分		限制因子
		0.3		0.2		0.2		0.1		0.2				
名称	名称	分级	分值	分级	分值	分级	分值	分级	分值	分级	分值	分值	分级	
轻度损毁耕地	旱地	≤5°	100	不稳定	80	50~80	60	砂壤土	60	轻度	100	84	I	无明显限制因素
中度损毁耕地	旱地	≤5°	100	不稳定	80	50~80	60	砂壤土	60	中度	60	76	II	损毁程度
重度损毁耕地	旱地	≤5°	100	不稳定	80	50~80	60	砂壤土	60	重度	20	68	II	损毁程度
轻度损毁林地	乔木林地	≤15°	100	一般	60	60~80	80	砂壤土	60	轻度	100	84	I	无明显限制因素
	灌木林地	≤15°	100	一般	60	60~80	80	砂壤土	60	轻度	100	84	I	无明显限制因素
	其他林地	≤15°	100	一般	60	60~80	80	砂壤土	60	轻度	100	84	I	无明显限制因素
中度损毁林地	乔木林地	≤15°	100	一般	60	60~80	80	砂壤土	60	中度	60	76	II	损毁程度
	灌木林地	≤15°	100	一般	60	60~80	80	砂壤土	60	中度	60	76	II	损毁程度
	其他林地	≤15°	100	一般	60	60~80	80	砂壤土	60	中度	60	76	II	损毁程度
重度损毁林地	乔木林地	≤15°	100	一般	60	60~80	80	砂壤土	60	重度	20	68	II	损毁程度
	灌木林地	≤15°	100	一般	60	60~80	80	砂壤土	60	重度	20	68	II	损毁程度
	其他林地	≤15°	100	一般	60	60~80	80	砂壤土	60	重度	20	68	II	损毁程度
轻度损毁草地	草地	≤15°	100	一般	60	60~80	80	砂壤土	60	轻度	100	84	I	无明显限制因素
中度损毁草地	草地	≤15°	100	一般	60	60~80	80	砂壤土	60	中度	60	76	II	损毁程度
重度损毁草地	草地	≤15°	100	一般	60	60~80	80	砂壤土	60	重度	20	68	II	损毁程度

（5）确定最终复垦方向和划分复垦单元

1）最终复垦方向确定

在考虑复垦责任范围自然、社会经济、政策、公众意愿和类比区复垦方案的基础上，结合适宜性等级评定结果，最终复垦方向确定如下：

工业场地最终复垦方向为旱地。

炸药库最终复垦方向为灌木林地。

排矸场滩面终复垦方向为灌木林地、排矸场坡面最终复垦方向为灌木林地（灌草结合）。

沉陷土地旱地最终复垦方向为旱地；沉陷土地乔木林地、其它林地最终复垦方向为乔木林地；沉陷土地灌木林地最终复垦方向为有灌木林地；沉陷土地草地最终复垦方向为人工牧草地；沉陷土地中采矿用地和农村宅基地，现参考废弃工业场地适宜性评价过程最终复垦为旱地，沉陷土地中交通运输用地复垦方向为原地类。

2）划分复垦单元

依据确定的最终复垦方向将采取的复垦措施和复垦标准一致的评价单元作为一个复垦单元，共划分 11 个复垦单元，然后根据复垦方向确定复垦措施。根据土地损毁程度采取不同的复垦措施复垦。具体见表 4.2-12。

表 4.2-12　土地复垦单元划分表

编号	评价单元	原地类	原地类面积（hm^2）	复垦利用方向	复垦面积（hm^2）	复垦单元
1	工业场地	采矿用地	18.5889	旱地	18.5889	①工业场地复垦单元
2	炸药库	物流仓储用地	0.1132	灌木林地	0.1132	②炸药库复垦单元
3	排矸场（滩面）	灌木林地	2.4800	回退至二调地类，灌木林地	2.4800	③排矸场复垦单元
4	排矸场（坡面）	灌木林地	0.0802	回退至二调地类，灌木林地	0.3157	
		其他草地	0.2355	回退至二调地类，人工牧草地		

编号	评价单元	原地类	原地类面积（hm²）	复垦利用方向	复垦面积（hm²）	复垦单元
5	轻度沉陷损毁耕地	旱地	55.8111	旱地	146.9116	④沉陷土地复垦单元
6	中度沉陷损毁耕地	旱地	76.6196			
7	重度沉陷损毁耕地	旱地	14.4809			
8	轻度沉陷损毁林地	乔木林地	1.7241	乔木林地	105.4136	⑤沉陷土地林地复垦单元
		灌木林地	35.7553	灌木林地		
		其它林地	17.1578	其他林地		
9	中度沉陷损毁林地	乔木林地	7.3517	乔木林地		
		灌木林地	21.6502	灌木林地		
		其它林地	15.3869	其他林地		
10	重度沉陷损毁林地	乔木林地	1.5152	乔木林地		
		灌木林地	3.3823	灌木林地		
		其它林地	1.4901	乔木林地		
11	轻度沉陷损毁草地	天然牧草地	90.5357	天然牧草地	259.1950	⑥沉陷土地草地复垦单元
		人工牧草地	1.4307	人工牧草地		
		其他草地	6.5524	其他草地		
12	中度沉陷损毁草地	天然牧草地	122.5750	天然牧草地		
		人工牧草地	3.0259	人工牧草地		
		其他草地	7.5389	其他草地		
13	重度沉陷损毁草地	天然牧草地	22.9571	人工牧草地		
		人工牧草地	2.8025	人工牧草地		
		其他草地	1.7768	人工牧草地		
14	沉陷损毁工矿仓储用地	工业用地	1.8069	灌木林地	12.8093	⑦沉陷土地工矿仓储用地单元
		采矿用地	11.0024			
15	沉陷交通运输用地	农村道路	4.9578	农村道路	4.9578	⑧沉陷土地交通运输用地复垦单元
16	搬迁农村宅基地	农村宅基地	1.1299	耕地	1.1299	⑨搬迁农村宅基地复垦单元
17	沉陷损毁特殊用地	特殊用地	0.1813	特殊用地	0.1813	⑩沉陷土地特殊用地复垦单元

编号	评价单元	原地类	原地类面积（hm^2）	复垦利用方向	复垦面积（hm^2）	复垦单元
18	裸地	裸地	0.6983	裸地	0.6983	⑪沉陷土地裸地复垦单元
合计				/	552.7946	/

（三）水土资源平衡分析

1、土壤资源平衡分析

本方案的分析的土壤资源平衡主要针对表土资源，对于重建植被成活以及农田植被生产力有重要意义，主要包括土源供给量分析和需土量分析。

本项目需要进行覆土复垦的区域为工业场地、炸药库、排矸场以及开采沉陷损毁的其它工矿废弃场地、废弃村庄。根据各复垦单元的复垦方向确定其覆土厚度，复垦为耕地的区域覆土厚度为0.50m，复垦为林草地的区域覆土厚度为0.30m。本方案不新设取土场，与附近村庄村民协商签订购土协议，满足复垦区表土需求，运土距离3~5km。本方案的表土需求量为16.57万m^3，具体见表4.2-13。

表4.2-13　复垦责任范围需土土方计算表

位置	复垦方向	覆土厚度（m）	覆土面积（hm^2）	共需覆土土方量（m^3）	来源
工业场地	旱地	0.5	18.5889	111533	
工矿仓储用地	旱地	0.5	12.8093	64046.5	
炸药库	灌木林地	0.3	0.1132	339.6	
排矸场（滩面）	灌木林地	0.3	2.7957	8387.1	
排矸场（坡面）	灌木林地	0.3			
合计				184306.2	

2、水资源平衡分析

复垦责任范围损毁土地复垦主要为旱地、林地及草地，区内降水量较少，年平均降水量537.3mm，属于中温带干旱半干旱区，年内平均分配不均，降水量多集中及7~9月。本区属黄河一级支流窟野河二级支沟大板兔川流域，区内无大的河流，仅石拉巴沟、石岩沟、黑土壕沟及张明沟四条河流有季节性流水，石拉巴沟溪流年平均流量37L/s，石岩沟溪流年平均流量24L/s，黑土壕沟溪流年平均流量19L/s，张明沟溪流年平均流

量 16L/s。

（1）需水量分析

复垦区需水量主要为林草六年管护用水，根据当地调查，复垦后林、草地前三年需浇水保证存活率，代发育完成后不再继续浇水。

按每公顷每次灌溉所需水量 300m^3 计算，每年浇灌 4 次，每年每公顷需水量为 1200m^3，根据核算，本方案需管护林地约 109.2021hm^2、需管护草地 259.1950hm^2，林草管护每年需水：（300m^3/次·hm^2）×4 次/年×368.3971hm^2=44.21×10^{4}m^3。

（2）供水量分析

1）河道取水

管护用水可取用矿区石岩沟、黑土壕沟及张明沟溪水。根据资料，石岩沟溪流年平均流量 24L/s，每年可供给水量 75.69×10^{4}m^3；黑土壕沟溪流年平均流量 19L/s，每年可供给水量 59.92×10^{4}m^3；张明沟溪流年平均流量 16L/s，每年可供给水量 50.46×10^{4}m^3；合计每年供给水量 302.75×10^{4}m^3。

2）煤矿矿井疏干水

煤矿矿井正常涌水量为 673m^3/d，最大涌水量 1408m^3/d，按正常涌水量计算，每年可供给水量 24.30×10^{4}m^3。

根据以上需水量及供给量分析，林草地管护每需水量 44.21×10^{4}m^3＜每年供水量 327.05×10^{4}m^3，因此复垦区水资源供给量充足，可供复垦责任范围内土地使用。本次林草管护浇水采用洒水汽车配合软管浇洒的方式进行。

（四）土地复垦质量要求

复垦责任范围损毁土地属低潜水位无积水沉陷地，结合复垦责任范围土地适宜性评价结果和当地实际情况，制定具体的复垦标准。

——亿隆煤矿应做到“边开采，边复垦”；

——复垦利用类型应与地形地貌及周边的环境相协调；

——土地复垦的质量不宜低于原（或周边）土地利用类型的土壤质量与生产力水平；

——复垦为耕地的应符合土地整治高标准农田工程建设标准的要求；

——复垦场地的稳定性和安全性应有可靠保证；

——应充分利用原有地表土作为覆盖层，覆盖后的表土应规范、平整，覆盖层的容重应满足复垦利用的要求。

对于复垦质量要求主要参考《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013），《土地开发整理规划编制规程》（TD/T1011-2000），《土地开发整理项目规划设计规范》（TD/T1020-2000），《土地整治高标准农田建设综合体》（DB61/T991.1-991.7-2015）。

1、旱地土地复垦质量要求

1）平整后的地面坡度≤10°；

2）复垦后有效土层厚度≥50cm，土壤容重≤1.45g/cm^3，土壤质地壤土至粘壤土，砾石含量≤10%，pH 值在 7.9~8.1 之间，土壤有机质含量≥0.6%；

3）根据地形坡度适度修筑塬面条田，耕作层厚度＞30cm；

4）复垦后农田灌溉保证率 50%以上，灌溉水利用率 0.7 以上，要有完整的防洪系统，防洪标准不低于 20 年一遇；

5)田间道和生产路在采煤期间要满足生产生活需求，田间道每平方公里布设 3km，生产路每平方公里布设 5km。田间道：砂石路基，路基厚度 20cm，宽度 5.0m，泥结碎石路面，路面厚度 15cm，宽度 4.0m；生产路：路床压实，厚度 15cm，宽度 2.6m，素土路面，路面厚度 15cm，宽度 2.0m。

6）复垦后种植农作物无不良生长反应，粮食作物中有害成分含量符合《粮食卫生标准》(GB2715-81)；

7）复垦五年后生产力水平达到周边地区同等土地利用类型水平。

2、乔木林地土地复垦质量要求

1）复垦后有效土层厚度≥30cm，土壤容重≤1.5g/cm^3，土壤质地砂土至砂质粘土，砾石含量≤25%，pH 值在 7.0~8.5 之间，土壤有机质含量≥0.3%；

2）树种首选当地适种树种，乔木选择油松；灌木选择紫穗槐；

3)整地：造林前穴状整地，乔木规格为 0.5m×0.5m×0.5；灌木规格为 0.4m×0.4m×0.4m；

4）对于因地表沉陷受损的苗木，要及时扶正，对于倾斜较大的树木，实施一定的扶正措施；

5）复垦后定植密度满足《造林作业设计规程》（LY/T 1607）要求，郁闭度≥0.3；

6）确保一定量的灌溉，五年后植树成活率 70%以上。

3、灌木林地土地复垦质量要求

1）复垦后有效土层厚度≥30cm，土壤容重≤1.5g/cm^3，土壤质地砂土至砂质粘土，砾石含量≤25%，pH 值在 7.0~8.5 之间，土壤有机质含量≥0.3%；

2）树种首选当地适种树种，灌木选择紫穗槐、柠条等；

3）整地：造林前穴状整地，灌木规格为 0.4m×0.4m×0.4m；

4）对于因地表沉陷受损的苗木，要及时扶正，对于倾斜较大的树木，实施一定的扶正措施；

5）复垦后定植密度满足《造林作业设计规程》（LY/T 1607）要求，郁闭度≥0.3；

6）确保一定量的灌溉，五年后植树成活率 70%以上。

4、人工牧草地方向土地复垦质量要求

1）复垦后有效土层厚度≥30cm，土壤容重≤1.45g/cm^3，土壤质地砂土至壤粘土，砾石含量≤15%，pH 值在 7.0~8.5 之间，土壤有机质含量≥0.3%；

2）草籽选择适宜本地生长的乡土品种，草籽选择紫花苜蓿等；

3）复垦后林草覆盖率≥30%，复垦五年后生产力水平达到周边地区同等土地利用类型水平；

4）对于因地表沉陷受损的草地，补植地区与原草地植被种类相同；

5）复垦后 5 年草地具有生态稳定性和自我维持能力，生物多样性不低于原植被生态系统。

5、其他用地方向土地复垦质量要求

加强本复垦单元的监测，确保损毁土地能够达到或超过损毁前功能，能满足当地人民的正常生产生活需求。

第五章　矿山地质环境治理与土地复垦工程

亿隆煤矿生产引发的矿山地质环境问题为：崩塌、地面塌陷隐患等不稳定地质体，含水层、地形地貌景观受影响、水土环境影响以及土地资源损毁，以下针对不同地质环境及土地利用问题提出恢复治理工程和土地复垦工程。矿山地质环境治理与土地复垦工程为近期 2025 年度~2029 年度，治理工程、土地复垦工程以近期为主。

一、矿山地质环境保护与土地复垦预防

（一）目标任务

最大程度地减少矿山地质环境问题的发生，避免和减缓不稳定地质体造成的损失，有效遏制矿山采矿活动对主要含水层、地形地貌景观、水土环境及土地资源的影响和破坏，保护评估区地质环境，实现矿产资源开发利用与地质环境保护协调发展，实现项目区经济可持续发展。

1、源头控制、预防与复垦相结合

在从事生产建设活动中采取多种措施源头控制，尽量减少对土地不必要的破坏；坚持预防为主、防治结合的原则，防患于未然，使土地资源破坏面积控制在最小的范围和最低限度，使矿区的水土流失现象被有效遏制；通过采取合理的复垦措施尽量使项目区被破坏的地表达到可利用的状态。

2、统一规划，统筹安排

依据当地的《国土空间规划》，遵循全面复垦和重点复垦相结合的设计思路，对复垦区进行合理规划，做到土地复垦与生产统一规划，统筹安排，最大限度地保护和合理利用土地资源，提高劳动生产率和土地利用率。

3、因地制宜，优先用于农业

贯彻落实“十分珍惜和合理利用土地，切实保护耕地”的基本国策，按照“因地制宜，优先用于农业”的原则，在土地复垦的过程中，按照矿区所在地的《国土空间规划》，合理确定复垦土地的用途，宜农则农、宜林则林内、宜牧则牧、宜建则建。被破坏的土地可复垦为农用地的，优先用于耕地及林牧业用地。

（二）主要技术措施

1、矿山地质环境预防措施

根据矿山地质环境影响评估结果，针对矿山地质环境保护与土地复垦分区，提出矿山地质环境预防措施。采取以下预防措施减少或避免矿山不稳定地质体的发生。

（1）不稳定地质体预防措施

1）预留煤柱，对重要建（构）筑物处留设保护煤柱，能够避免或减缓矿山地质环境问题的产生和影响程度，减少治理工程和费用。

2）及时回填采空区，避免或减少采空塌陷和地裂缝的发生；

3）对于矿区现状条件下存在的不稳定地质体，在工程治理后进行不稳定地质体监测。

（2）含水层保护措施

工程建设期及运营期中加强对地下水的跟踪监测。

（3）地形地貌景观保护措施

1）合理堆放固体废弃物，选用合适的综合利用技术，加大综合利用量，减少对地形地貌的损毁；

2）边开采边治理，及时恢复植被；

（4）水土环境预防措施

1）提高矿山废水综合利用率，减少有毒有害废水排放；

2）采取阻断隔离工程，防止固体废物淋滤液影响地下水和土壤；

3）采取堵漏、隔水、止水等措施防止地下水串层。

2、土地损毁预防措施

为使工程建设和生产运营过程中对土地资源损毁减少到最小程度，需按照“统一规划、源头控制、防复结合、经济可行”的原则，结合亿隆煤矿生产和建设特点、性质以及区域环境特征，预防控制措施分为生产和关闭阶段技术措施。

（1）生产阶段主要预防措施

亿隆煤矿生产过程中，对土地损毁的方式主要为开采沉陷损毁土地，根据土地损毁特点，生产阶段的预防控制措施主要包括：

1）建立地表移动观测站，对采煤过程中地表变形、移动参数进行科学观测和分析，为科学采煤提供可靠的数据依据。

2）对地表损毁情况进行监测，包括损毁范围、程度、时间等因子实施动态监测，建立地表损毁程度与地表变形移动特征参数、采煤工艺参数之间的相关关系，以减缓对地表土地损毁为原则，及时调整采煤工艺参数。

3）及时推平沉陷盆地边缘沉陷台阶，填充裂缝。在沉陷盆地基本恢复以后，及时进行整理复垦，恢复土地使用功能。

4）生产过程中产生的少量矸石合理堆放于巷道内，不出井，不压占土地资源。

5）生产期对于矿区范围以内的矿井工业场地等地面生产系统、保护区等按要求留设保护煤柱。

（2）关闭阶段主要预防措施

1）加强宣传、防止损毁

加强土地复垦政策宣传，在明显位置树立警示牌，同时加大巡查力度，保护已复垦土地不被损毁。

2）加强监测

土地复垦管理机构将加强对复垦效果的监测，同时矿山企业动员土地权利人进行四季观察，确保复垦工作落到实处。

（三）主要工程量

矿山地质环境保护与土地破坏预防措施主要以监测为主。

1、监测范围

开采区地面变形范围为矿山开采对地表岩土体的扰动和影响范围。本方案以亿隆煤矿开采区地表岩土移动范围为矿区地面塌陷监测范围。

2、监测内容

（1）不稳定地质体隐患灾害监测：隐患坡体位移、裂缝等变形破坏迹象。

（2）采空区地面塌陷监测：塌陷区数量，塌陷面积，塌陷坑深度、积水深度，塌陷损毁程度等；塌陷坑变形监测和临灾预警。

（3）地面裂缝监测：地裂缝数量、地裂缝最大长度、宽度、深度走向及破坏程度。

（4）水质监测：矿山排出废水废液类型、年产出量、年排放量、年处理量、排放去向、年循环利用量、年处理量；矿山废水废液对地表水体影响程度及造成的危害。

（5）降水量监测：气象降水信息收集及降水强度监测，主要监测大于 50mm 以上降水的雨强。

3、监测方法

矿山地质环境监测应采用定期现场调查并填表的的方法，应固定专业监测点进行监测。

（1）不稳定地质体监测：崩塌采用人工现场巡查、地表位移等方法进行监测。

（2）采空区地面塌陷监测：以人工现场调查、量测监测的方法进行监测预警。

（3）地面变形的监测，用人工现场调查、简单仪器量测、遥感解译等方法。

（4）地面塌陷前兆的监测有人工蓄水（渗漏）引起的地面冒气泡或水泡、植物变态、建筑作响或倾斜、地面环形开裂、地下岩层跨落声、水点的水量、水位突变以及动物的惊恐异常现象等。

（5）地面裂缝监测主要采用人工巡查监测，对裂缝变形趋势分析，并采取相应的预防措施，如裂缝填埋、预警、在裂缝区设置刺丝围墙和警示牌。

二、矿山不稳定地质体治理

（一）目标任务

1、治理目标

矿山不稳定地质体治理目标：矿山地质环境保护在贯彻“预防为主、防治结合”的原则下，以“矿山开发与矿山地质环境保护协调发展”为目标，以达到保护地质环境，避免和减少矿山开发建设引起的地质环境问题的危害和损失为目的。根据矿山开发建设工程的特点、现状不稳定地质体的危险性及未来可能出现的地质环境问题，提出具有针对性、可行性、实用性的防治措施建议，获得最佳的社会效益、环境效益和经济效益，最终达到矿山地质环境保护与矿山生产发展相协调的目标。在矿体开采后，将逐步出现各种不稳定地质体，通过保护与恢复治理达到：

①消除矿区不稳定地质体隐患，减少、减轻不稳定地质体的发生。

②对不稳定地质体的治理，最终要达到减少、减轻地灾的破坏程度，确保矿区及周边安全，直至消除不稳定地质体，避免伤人毁财。

③对矸石堆进行全面治理，防止滑坡、泥石流的发生。

2、治理任务

矿山不稳定地质体治理任务：坚持以人为本，从矿山地质环境实际出发，采取科学合理的治理方法和措施，消除或减轻矿山不稳定地质体威胁，消除安全隐患，确保生产安全。结合本矿实际，矿山不稳定地质体治理任务主要包括：

①对具危险性的不稳定地质体及时进行治理，减少或者避免由于不稳定地质体造成人员和财产损失。

②加强废石综合利用的研究，减少废石堆放量；按相关技术要求修筑挡墙，废石、废渣分层堆放，避免其发生崩塌、滑坡等不稳定地质体。

③开展不稳定地质体预警监测工程，包括灾害隐患点的监测、采场边坡变形监测、水环境、水量的动态监测等内容。

综上对危险性中等的灾害点进行治理，对危险性小的进行监测和群测群防。

（二）工程设计

1、不稳定地质体 BT01 治理工程

不稳定地质体 BT01（ ），崩向 140°，整体坡度约 60°，高约 15m，宽约 450m，厚约 1-3m，体积约 13500m^3，为中型土质崩塌。崩塌隐患所在边坡为矿山 2011 年修筑进场道路开挖路堑所形成，边坡呈三级台阶状，单级坡高约 5.0m，每级坡顶留设有约 0.8m 宽马道，边坡坡顶地形较缓，植被茂密，因矿山开采引发的地面塌陷，坡顶分布有地面塌陷裂缝，地面采空塌陷区已趋于稳定，塌陷裂缝未发生变化；坡面岩土裸露，边坡下部为新近系上新统静乐组红土，其结构疏松，强度低，抗水性差，易软化，上部为第四系风积黄土，垂直节理发育，边坡局部已发生塌落，崩塌体堆积于坡脚，体积约 15m^3。

根据崩塌治理区坡面分布多株“杜松”，坡顶土地权属关系现状，本次治理措施拟采用防护的措施，降低坡体黄土崩落造成的人员伤亡。据现状评估不稳定地质体 BT01 治理方案为：坡面整理+被动防护网+警示牌

①坡面整理

不稳定地质体 BT01 所在位置坡体面密集发育多条裂缝，坡脚处煤矿生产供水管道及进矿道路破坏严重，坡面分布多棵保护物种“杜松”，因杜松保护要求，无法进行

坡面削坡，因此采取人工坡面整理

②被动防护网

为防止上部斜坡岩土体掉落，挡墙后缘坡顶处设置一道SNS被动防护网，被动防护网型号为RX050型，网高3.0m，总长180m。安装基座的基础顶面应平整，一般不应高出地面10cm，除支撑绳端穿入挂座并用不少于4个绳卡固定，格栅应铺挂在钢丝绳网的内侧即靠山坡侧，叠盖钢丝绳网上缘并折到网的外铡10cm以上，见图5.2-1、5.2-2。

③警示牌

在坡脚易受威胁地段设置警示牌。

2、不稳定地质体BT02治理工程

不稳定地质体BT02（ ）发育于矿山进场道路东侧边坡，崩向330°，整体坡度约60°，高约15m，宽约210m，厚约1-3m，体积约6300m³，为小型土质崩塌。崩塌隐患所在边坡为矿山2011年修筑进场道路开挖路堑所形成，边坡呈三级台阶状，单级坡高约5.0m，每级坡顶留设有约1.0m宽马道，边坡坡顶地形较缓植被茂密，因矿山开采引发的地面塌陷，坡顶分布有地面塌陷裂缝，地面采空塌陷区已趋于稳定，及期塌陷裂缝未发生变化，坡面岩土裸露，边坡下部为新近系上新统静乐组红土，其结构疏松，强度低，抗水性差，易软化，上部为第四系风积黄土，垂直节理发育，现状调查边坡中部已发生崩塌，崩塌体堆积于坡脚，体积约50m³。

根据崩塌治理区坡面分布多株"杜松"，坡顶土地权属关系现状，本次治理措施拟采用防护的措施，降低坡体黄土崩落造成的人员伤亡。根据现状评估不稳定地质体BT02治理方案为：坡面整理+被动防护网+警示牌，见图5.2-1、5.2-2。

①坡面整理

不稳定地质体BT02所在位置坡体面密集发育多条裂缝，坡脚处煤矿生产供水管道及进矿道路破坏严重，坡面分布多棵保护物种"杜松"，无法进行坡面削坡，因此采取人工坡面整理，对危险岩土体在保护"杜松"的前提下进行人工清除。

②被动防护网

为防止上部斜坡岩土体掉落，挡墙后缘坡顶处设置一道SNS被动防护网，被动防护网型号为RX050型，网高3.0m，总长210m。

③警示牌

在坡脚易受威胁地段设置警示牌。

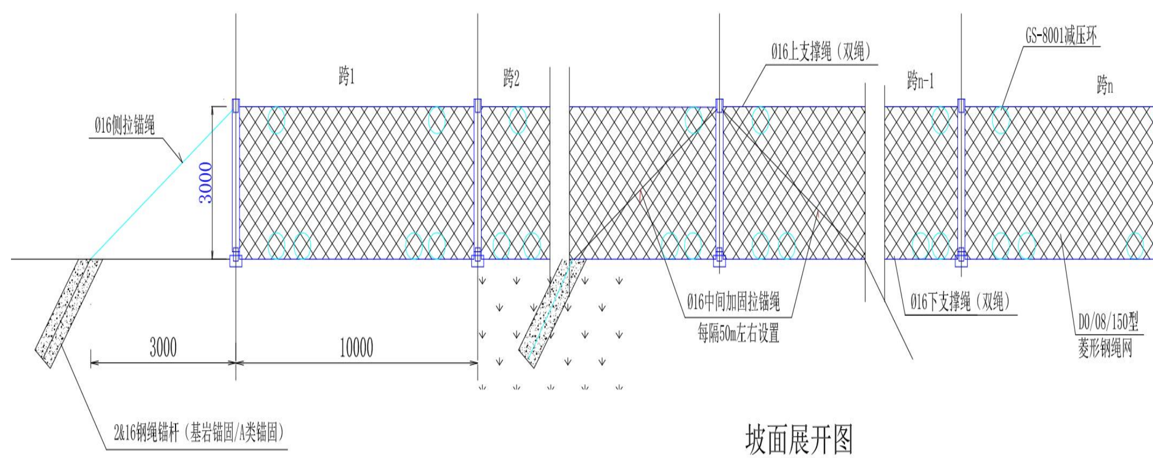


图 5.2-1　被动防护网展开图

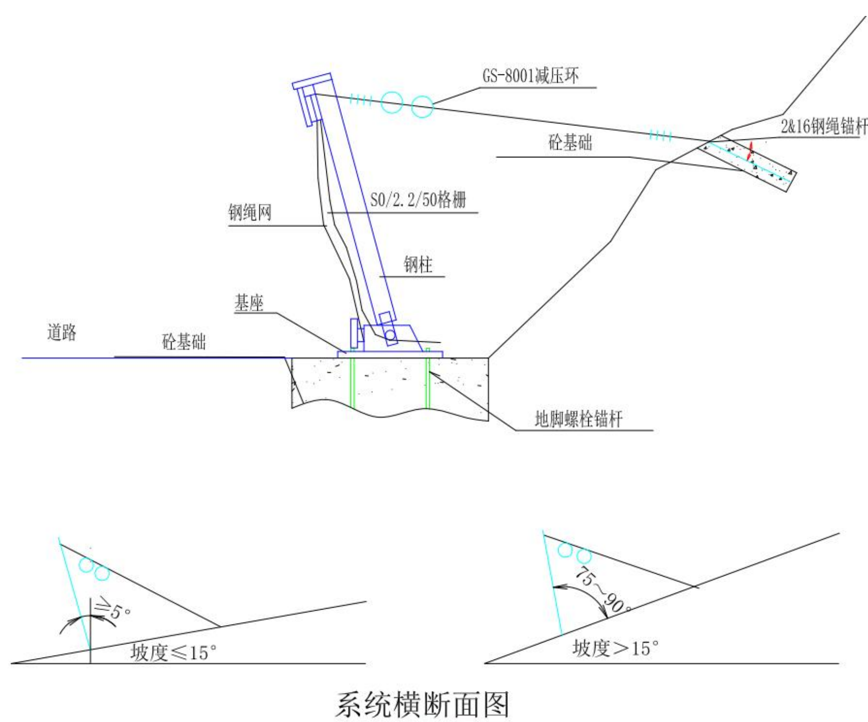


图 5.2-2　防护网横断面图

4、进矿道路修复工程

根据现场调查，路线全长 1922.0m，从进矿 0-1005.1m 道路路宽 12.0m，路面材料为混凝土浇筑面板，路面厚度 20cm；从 1005.10m-1922.0m 道路路宽 4.0m，路面材料为混凝土浇筑面板，路面厚度 20cm。受采煤沉陷影响，道路主要病害表现为路面破碎，路基沉陷，路边排水设施受损，路侧路灯倒伏且供电线路损毁，据现场调查损毁路灯

55 盏。见照片 5.2-1。



照片 5.2-1　道路现状

根据现状评估进矿道路修复治理方案为：路面拆除+路基处理+铺筑路面基层+新建路面面层+修建排水沟+路灯拆除新建+波形护栏

①路面拆除

拟对现有混凝土破碎铺面进行拆除。

②路基处理

沉陷区路基存在裂缝、沉陷等病害，考虑对这些病害的回填和防水要求，以及节约成本和对旧水泥混凝土面层的合理利用等因素。路基处理为：

a.沿沉陷区路基顶面向下挖除 0.5m，对路基进行夯实。

b.用挖除的沉陷路基土混合石灰，制成三七灰土（石灰含量为 5%），回填路基下层并压实。

③铺筑路面基层

本次设计该段基层采用 30cm 厚三七灰土垫层。

④新建路面面层

处理路基的地段，路面结构采用 20cm 厚 C30 水泥混凝土面层。

⑤修建排水沟

对损坏的排水沟，采用 C20 水泥混凝土浇筑，厚 20cm，宽 0.4m，深 0.4m。

⑥路灯拆除新建

对道路两侧原有集中供电式废弃路灯进行拆除，新建太阳能路灯，灯高 6.0m，路灯间距 25.0m，沿道路两侧“之”字型布置。太阳能灯具全部外购，灯杆的高度在 5-7 米左右，LED 光源在 18-42 瓦之间，亮灯时间:5-6 个小时（图 5.2-3）。

⑦波形护栏

对道路一侧修建波形护栏 1655m（图 5.2-4）。

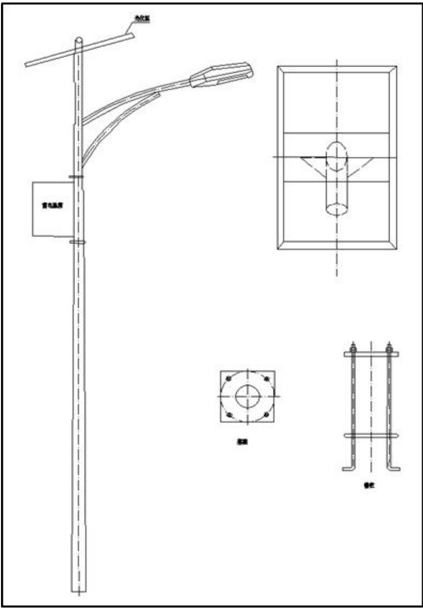
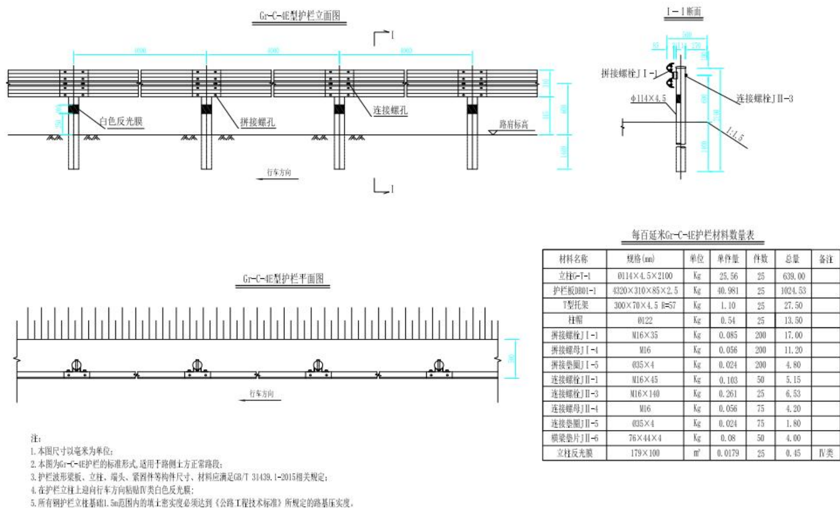


图 5.2-3　太阳能路灯大样图



每百延米Gr-C-4E护栏材料数量表

材料名称	规格(mm)	单位	单件量	件数	总量	备注
立柱G-T-1	Ø114×4.5×2100	Kg	25.56	25	639.00	
护栏板DB01-1	4320×310×85×2.5	Kg	40.981	25	1024.53	
T型托架	300×70×4.5 R=57	Kg	1.10	25	27.50	
柱帽	Ø122	Kg	0.54	25	13.50	
拼接螺栓JⅠ-1	M16×35	Kg	0.085	200	17.00	
拼接螺母JⅠ-4	M16	Kg	0.056	200	11.20	
拼接垫圈JⅠ-5	Ø35×4	Kg	0.024	200	4.80	
连接螺栓JⅡ-1	M16×45	Kg	0.103	50	5.15	
连接螺栓JⅡ-3	M16×140	Kg	0.261	25	6.53	
连接螺母JⅡ-4	M16	Kg	0.056	75	4.20	
连接垫圈JⅡ-5	Ø35×4	Kg	0.024	75	1.80	
横梁垫片JⅡ-6	76×44×4	Kg	0.08	50	4.00	
立柱反光膜	179×100	m²	0.0179	25	0.45	Ⅳ类

图 5.2-4　波形护栏大样图

5、地面塌陷防治工程

（1）道路维修工程

受损通村道路累计长度约为772m，平均宽3.5m，路面为素土路面，维修长度按照受损长度的30%进行估算，宽度不变，道路标准执行原标准。道路修复设计大样图见图5.2-5。

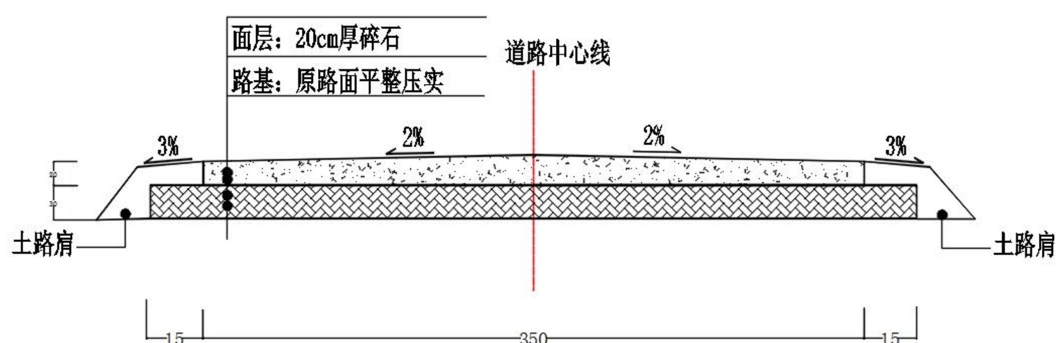


图 5.2-5　农村道路修复设计大样图

（2）三道沟供水工程

评估区是以农业为主的贫困村，经济发展缓慢，涉及张明沟村、后昌汗村、王家嫣三个自然村，根据走访调查，供水范围内现有居民58户259人，110头牛，410只羊，217头猪。经济收入主要以农业生产和畜牧为主；项目实施区为山区，有较大比降，农业生产皆为旱作方式，当地的居民用水、农田灌溉、牲畜饮水主要通过自行打井抽水或大气降水汇集而来。

为解决村民的用水难题，府谷县水利局于前期为项目区实施完成引水项目，项目建成引水泵站、管道以及高位蓄水池5座，项目前期已完成试水并通过验收，受煤矿塌陷影响，输水管道已断裂，无法正常保证供水，见照片5.2-2~5.2.6。为切实改善农民生活基本条件，改变张明沟行政村的用水问题，拟对原有损毁供水管线进行重修，造福当地人民。本年度拟沿原有管道走向（沿现有田间道路）重新铺设PE50管道，铺设总长4515.6m。拟在原有后昌汗村高位水池处新建一处高位蓄水池，以替换原有损毁蓄水池，蓄水池容积与原有水池保持一致50m^3。



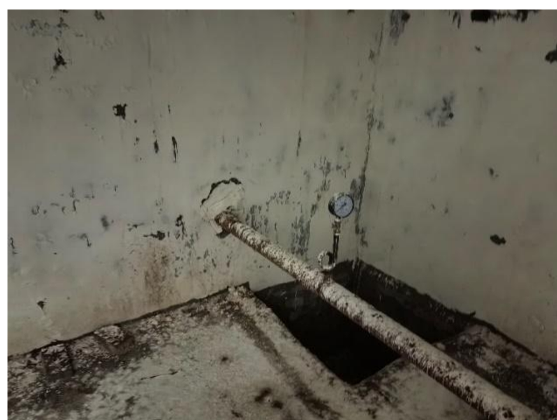
照片 5.2-2　原有供水管线



照片 5.2-3　原有供水泵站前池



照片 5.2-4　原有供水泵站房



照片 5.2-5　原有供水前池输水管道

根据现状评估三道沟供水工程治理方案为：管道敷设+检查井建设+蓄水池。

①管道敷设

管道应埋设在未经扰动的原状土层上，管道周围 0.20m 范围内应用细土回填，回填的压实系数不应小于 90%，在承载力达不到设计要求的软地基上埋设管道应进行基础处理，在岩石或半岩石地基上埋设管道应铺设砂垫层，砂垫层厚度不小于 0.10m。对管道必须跨（翻）越的地方，一般均采用地埋式跨（翻）越，管材仍为相应的国标 PE 管，用聚氨脂发泡保温。并在管道高点呈“凸”形的高点处设排气井，在“凹”形的最低处设放空井。凡管道跨沟跨渠穿路的地方，均设立警示牌等标志。

②检查井建设

根据实地情况，考虑管理、维修、计费等，供水管路设置阀门井 4 座；井底内径为 1.40/1.20m，井顶内径为 0.70m；基础为 0.20m 厚 C20 混凝土，墙体为 0.24m 厚 M10 砖砌体，阀门井井盖为带座定型井盖；控制阀门井内根据引输水情况安装分水三、四通和分水闸阀及水表等，所有阀门、管件工作设计压力与管道设计压力一致。

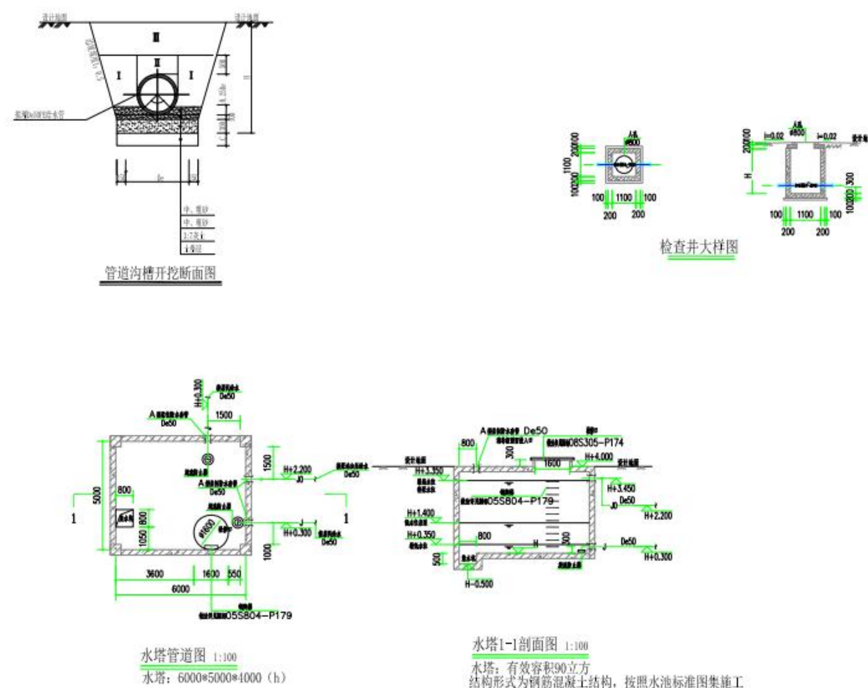


图 5.2-6 供水设施大样图

③蓄水池

拟在原有后昌汗村高位水池处新建一处 50m³ 高位蓄水池，以替换原有损毁蓄水池，蓄水池中心点坐标。蓄水池采用圆形钢筋混凝土结构，形式为圆形地埋式，上部覆土 50cm：内径 4.50m，高度为 3.5m；池底 C15 混凝土垫层厚为 0.10m 现场浇筑，池底板采用 C25 钢筋混凝土厚为 0.20m 现场浇筑，池壁采用 C25 钢筋混凝土厚为 0.20m 现场浇筑顶盖板采用 C25 钢筋混凝土厚 0.15m 现场浇筑在池体中央设置独立柱一根，采用 C25 外墙用外墙涂料涂刷。见图 5.2-6。

6、地面塌陷警示牌

前期开采 13101-13109 工作面，在煤矿开采形成的地面塌陷主要为草地、林地，因此在采空区边缘需设置警示牌 5 个。近期开采工作面形成塌陷区，煤矿开采形成的地面塌陷主要威胁道路、耕地等，因此在有人类活动的区域需设置警示牌 9 个，警示牌见图 5.2-7、附图 6。

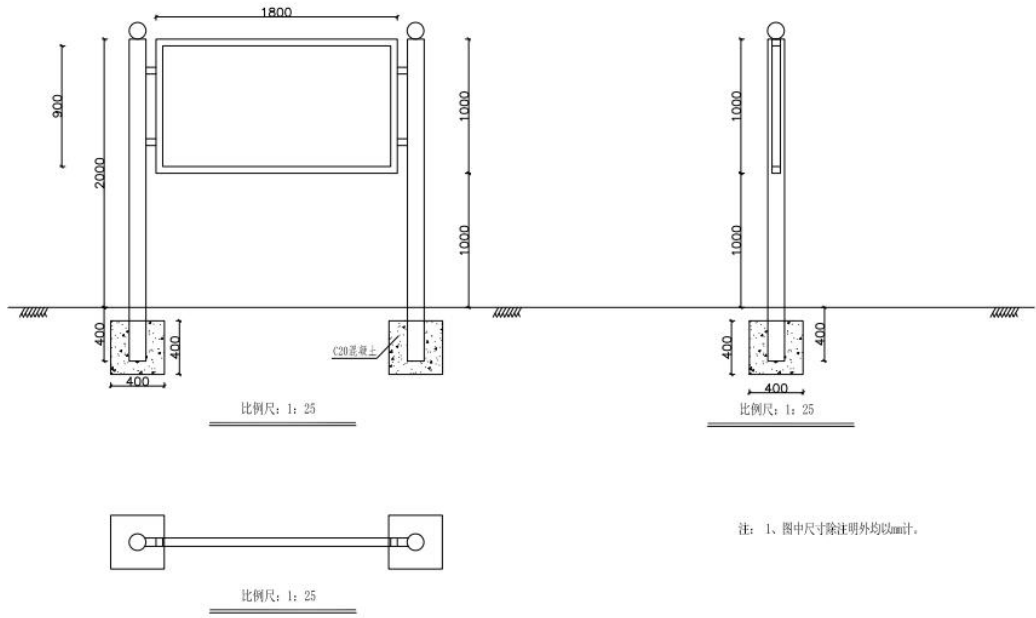


图 5.2-7　警示牌大样图

7、井筒封闭工程设计

采矿活动结束后，对工业场地的井筒进行封闭（见图 5.2-8）。

依据开采设计，煤矿采用斜井开拓方式，在工业场地内布置主斜井、副斜井和回风斜井。主要参数如下表 5.2-1。

表 5.2-1 井筒特征表

序号	井筒名称	井筒长度（m）	井筒倾角（°）	净宽（m）	净断面积（m^2）	用途
1	主斜井	337.0	11	5.0	16.82	运煤、辅运、行人、回风、安全出口
2	副斜井	387.8	5	5.2	18.90	回风、安全出口
3	风斜井	263.1	11	4.0	13.10	进风、安全出口

1）井筒内巷道等支护井壁的所有设施不得拆除，与井筒联络的巷道预先施工好挡渣墙，挡渣墙采用砼浇灌，砼强度不低于 C25，墙体外缘要接帮接顶，墙厚不少于 3m，墙体内加铁丝网和钢筋。

2）向井筒内回填矸石，回填过程中夯实，填至井口 25m 时，建一挡水墙，厚度约 6m，墙体采用砼浇灌，砼强度不低于 C25，内加铁丝网和钢筋。然后回填粘土，夯实直至井口 3m。

3）将沿井筒周边外扩 3m 范围的岩土体全部剥离，剥离坑深度略大于 3m，剥离坑基底面要平整，不能有浮矸和蜂窝面，剥离坑四周要进行锚网喷支护，防止四周土体坍塌。

4）按“井”型在井口上铺设 30#钢轨 4 条，钢轨长度 12m，然后再铺设 8mm 钢板，盖住井口，钢板外缘离井口边沿不少于 2m，钢板四角要用锚杆锚固拉紧。

5）向剥离坑内浇灌水泥，水泥型号高于 425#，每浇灌 0.4m 时，要按 0.8m 的间排距铺设一层钢筋成网状，水泥要一次性浇灌成功，水泥厚度为 2.2m。

6）水泥浇灌完成后，要定期进行养护，养护不低于 3 个月，3 个月以后，浇灌体上方覆盖 0.8m 的土层，并在四周设置栅栏和警戒牌，以防止人员进入，栅栏内进行绿化。

7）井筒上方不准负载重物。

8）充分利用工业场地、风井场地内建筑物，不能利用时，拆除场地内所有建筑物后对土地进行复垦。

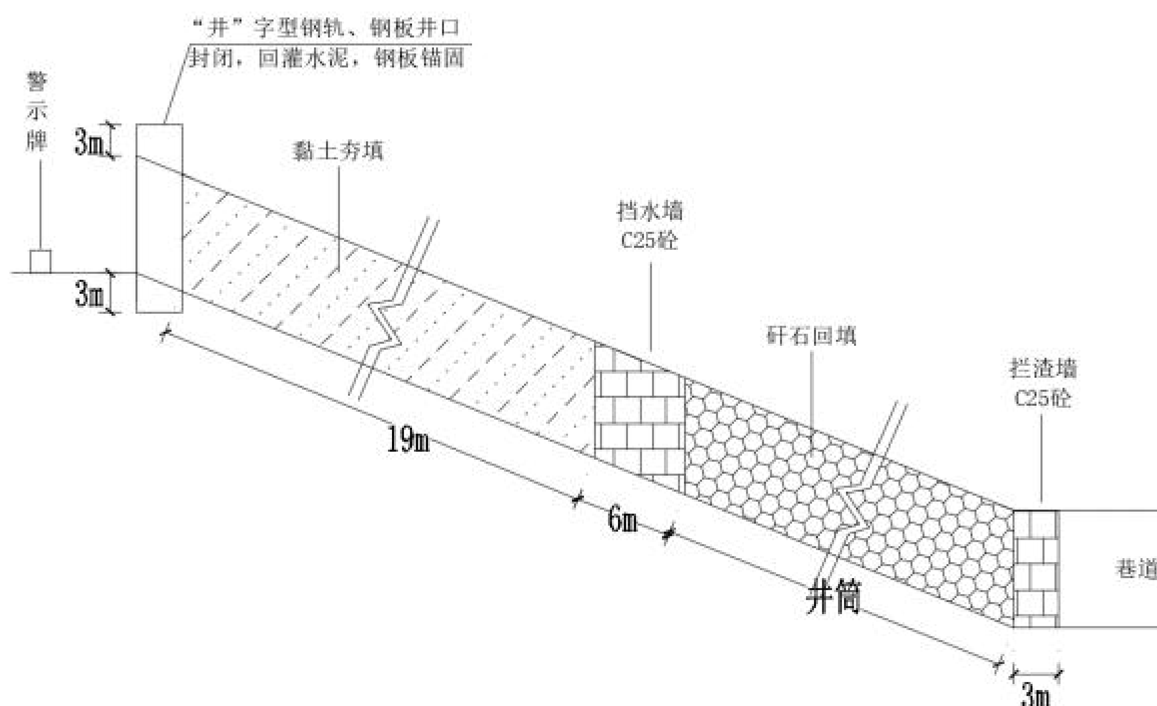


图 5.2-8　斜井井筒封闭设计大样图

（三）技术措施

依据前节设计，不稳定地质体治理工程设计内容主要有排水渠、坡面清理等，采

用的主要材料为混凝土、浆砌石、钢筋，现对设计的不同工程内容技术措施进行简介。

1、截排水渠主要技术措施

①施工前应按设计要求，选定位置，确定轴线。然后按设计图纸尺寸、高程，量定开挖基础范围，准确放出基脚大样尺寸，开挖地基。

②渠型开挖必须规则，夯实基底和坡面，保证基底干燥。

③排水渠一定要做到排水畅通，防止沟底漏水；

④排水渠每隔 10m 设一道伸缩缝，缝宽 2 厘米，内填沥青木板，对沟底进行地基处理，进行原土夯实，并用三七灰土换填。

⑤砼浇筑后及时回填，压实密度未达到规范要求的标准时，不得继续施工。

⑥混凝土外露面宜在自然气温条件下砌筑后 12-18h 内及时养护，在炎热季节在 2-3h 内养护，采用洒水并包遮阳布或塑料膜进行养护，养护时间 14d，并经常保持外露面湿润。

2、混凝土浇筑主要技术措施

混凝土浇筑本次工程的关键环节，混凝土浇筑应均质密实、平整、无蜂窝麻面、不露筋骨、强度符合设计要求，做到搅拌均匀、振捣密实、养护及时等。

①浇筑混凝土前，应全面地进行复查。检查模板标高、截面尺寸、接缝、支撑、钢筋的直径、数量、弯曲尺寸、位置间距、节点连接、焊接等是否符合设计要求。检查锚具、螺栓、预埋件及预留孔位置是否正确。发现问题，应及时纠正。同时模板内的杂物，积水和钢筋上的污垢应清理干净。模板如有缝隙，应填塞严密，模板内面应涂刷隔离剂，并应对混凝土的均匀性和坍落度进行检查。混凝土浇筑时应按升缩缝分段浇筑，升缩缝内用沥青木板充填，充填深度不得小于 15cm。

②混凝土应按一定厚度，顺序和方向分层浇筑。分层浇筑时，应在下层混凝土初凝或能重塑前完成上层混凝土的浇筑。格构梁浇筑混凝土时，应从低处开始逐层扩展升高，保持水平分层。混凝土分层浇筑厚度不宜大于 30cm。

③从高处向模板内倾卸混凝土时，从高处直接倾卸，其自由倾卸高度不宜超过 2m，以不发生离析为度。当倾注高度超过 2m 时，应通过多节导管、串筒、溜管或振动溜管等设施下落。倾落高度超过 8m 时，应设置减速装置在串筒出料口下面，混凝土的堆积高度不宜超过 1.0m。

④浇筑混凝土时，应采用振动器振实、振捣时。使用插入式振动器时，移动间距应保证全部混凝土均受到振实。如以直线行列插入，应不超过振动器作用半径的1.5倍；按交错梅花式插入，不超过作用半径的1.75倍。并与侧模应保持5-10cm的距离，插入下层混凝土5-10cm。每一处振动完毕后应边振动边徐徐提出振动棒，避免振动棒碰撞模板、钢筋及其它预埋件。振捣时间不宜过长，但也不能过短。一般的标志是混凝土达到不再下沉、，无显著气泡上升、顶面平坦一致，并开始浮现水泥浆为止。当发现表面浮现水层，应立即设法排除，但不得带走水泥浆，并须检查发生的原因或调整混凝土配合比。

⑤浇筑长度按升缩缝分段长度划分为一节段。墙身立柱应严格分层，混凝土浇筑工作宜连续进行，一次浇完，不得间断。

⑥混凝土养护与抹面：混凝土浇筑完毕后10h左右即要覆盖浇水养护，养护时间不得少于7d。拆除模板后，宜用草帘、塑料布等遮盖继续浇水养护，以防产生温缩和干缩裂缝。在混凝土浇筑完成后，对混凝土裸露面应及时进行修整、抹平。待定浆后，除基础外，应用M15砂浆进行二次抹面，以防松顶，并压光或拉毛。

3、钢筋制安主要技术措施

①钢筋加工

钢筋加工、调直、切断、弯钩、绑扎成型等，均应用冷加工的方法进行，并应符合下述要求：

1）钢筋浮皮、铁锈、油渍、污垢等应清除干净。

2）钢筋应平直，无局部曲折。

3）成卷的钢筋或弯曲的钢筋，应在使用前调直。使用调直机调直时，应注意不得使钢筋受损伤。

4）调直钢筋时，I级钢筋的冷弯率不宜大于2%，II级钢筋不宜大于1%。

5）钢筋应按所需下料长度加工。计算下料长度时，考虑弯钩加长值和弯起加长值。

6）箍筋末端应设弯钩，弯曲角度宜为180°，弯曲直径不宜小于20mm，弯曲端平直长度不宜小于24mm。

②钢筋连接

钢筋连接应符合以下要求：

1）当构件太长而现有钢筋长度不够而需要接头时，宜优先采用焊接接头。

2）电弧焊条选用时，应选用焊条熔解后形成的金属强度应与焊接的钢筋强度的焊条。

3）受力钢筋焊接或绑扎接头应设置在内力较小处，并错开布置。对于绑扎接头，两接头间距离不小于 1.3 倍的搭接长度。对于焊接接头，在接头长度区段内，同一根钢筋不得有两个接头。配置在接头长度区段内的受力钢筋，其接头的截面积占总截面面积的百分率应不大于 50%。焊接接头长度区段不得小于 50cm。在同一根钢筋上应尽量少设接头。

4）电弧焊接和绑扎接头与钢筋弯曲处的距离不应小于 10 倍钢筋直径，也不宜位于构件的最大弯矩处。

5）绑扎搭接为了保证接头强度可靠，在接头处的钢筋必须具有足够的搭接长度，受拉钢筋绑扎接头的搭接长度应不小于 10d，受压钢筋绑扎接头的搭接长度应不小于 15d。

6）钢筋焊接前，必须根据施工条件进行试焊，合格后方可正式施焊。焊接时，对施焊场地应有适当的防风、雨、雪、严寒设施。冬期施焊时应按冬期施工的要求进行，低于-20℃时不得施焊。

（四）主要工程量

矿山地质环境恢复治理工程量见表 5.2-2。

表 5.2-2　矿山地质环境治理工程量一览表

序号	项目名称	单位	工程量
1	**B5 崩塌治理工程**		
1.1	坡面整理	m^2	3750.00
1.2	被动防护网	m^2	540.00
1.3	警示牌	个	1.00
2	**B10 崩塌治理工程**		
2.1	坡面整理	m^2	6090.00
2.2	被动防护网	m^2	1130.00
2.3	警示牌	个	1.00
3	**进矿道路修复工程**		
3.1	硬化路面拆除	m^3	5412.00
3.2	路基开挖	m^3	6842.00

序号	项目名称	单位	工程量
3.3	路基土外运	m^3	6842.00
3.3	模板安装	m^2	1505.00
3.4	基层 30cm 三七灰土	m^3	3000.00
3.5	面层 20cmC30 混凝土	m^3	5380.00
3.6	排水渠		
3.6.1	土方开挖	m^3	1324.50
3.6.2	土方外运	m^3	1324.50
3.6.3	三七灰土垫层	m^3	397.35
3.6.4	模板安装	m^2	1655.63
3.6.5	C20 混凝土	m^3	596.03
3.7	波型护栏	m	1655.00
3.8	路灯	个	55.00
4	**三道沟供水工程**		
4.1	管道敷设		
4.1.1	沟槽开挖	m^3	8466.75
4.1.2	铺筑砂砾层	m^3	677.34
4.1.3	素土回填	m^3	7789.41
4.1.4	PE 管铺设（内径 50mm）	m	4515.60
5.2	检查井建设		
5.2.1	井口开挖	m^3	13.58
5.2.2	3：7 灰土垫层	m^3	2.70
5.2.3	井壁砌筑	m^3	7.20
5.2.4	C25 砼底板浇筑	m^3	2.70
5.2.5	模板安装	m^2	226.08
5.2.6	球墨井盖安装	个	4.00
5.2.7	三通安装	套	4.00
5.3	水塔 50m^3		
5.3.1	基坑开挖	m^3	100.00
5.3.2	钢筋绑扎	t	0.31
5.3.3	C25 混凝土底板、侧壁、顶板浇筑	m^3	25.60
5.4	附属工程	套	1.06
6	地面塌陷防治工程		
6.1	地面塌陷警示牌	个	9.00
7	通村道路修复		
7.1	表层路面清理	m^3	2316.43
7.2	路基开挖	m^3	7721.43
7.3	路基土外运	m^2	7721.43
7.4	路基处理	m^2	6177.14
7.5	泥结石碎石路面	m^2	1544.29
8	地面塌陷警示牌		

序号	项目名称	单位	工程量
8.1	地面塌陷警示牌	个	5.00
9	井口封堵		
9.1	C25 砼浇筑	m^3	242.36
9.2	矸石回填	m^3	49099.44
9.3	粘土回填	m^3	511.73
9.4	井口岩土体剥离	m^3	381.11
9.5	型钢制安	t	1.35
9.6	锚杆	根	24.00
9.7	警示牌	个	2.00
10	矿山地质环境监测		
10.1	不稳定地质体监测		
10.1.1	自动化监测设备安装	套	8.00
10.1.2	自动化监测设备维护	套/年	8.00
10.2	地面塌陷监测		
10.2.1	自动化监测设备安装	套	38.00
10.2.2	自动化监测设备维护	套/年	38.00
10.3	含水层监测工程		
10.3.1	含水层监测井成井		
10.3.1.1	口径φ425mm（松散层）	m	40.00
10.3.1.2	基岩钻孔（φ75mm）	m	210.00
10.3.2	管材		
10.3.2.1	管材Φ219mm×8mm	m	190.00
10.3.2.2	滤水管Φ168mm×8mm	m	210.00
10.3.3	测井		
10.3.3.1	放射性测井	m	230.00
10.3.3.2	水文测井	m	230.00
10.3.3.3	井径测井	m	230.00
10.3.3.4	测井斜	m	230.00
10.3.4	抽水试验		
10.3.4.1	洗井	次	2.00
10.3.4.2	抽水试验	台班	42.00
10.3.5	辅助设施		
10.3.5.1	水准点建设	孔	2.00
10.3.5.2	标识牌	孔	2.00
10.3.5.3	孔口保护	孔	2.00
10.3.5.4	自动化监测仪器	孔	2.00
10.3.5.5	其他地质编录工作	孔	2.00
10.4	含水层监测		
10.4.1	监测点布置	个	2.00
10.4.2	含水层水位监测	点次	520.00

序号	项目名称	单位	工程量
10.4.3	取样	组	20.00
10.4.4	含水层水质监测	点次	20.00
10.5	水土环境监测		
10.5.1	监测点布置	个	4.00
10.5.2	水质监测	点次	60.00
10.5.3	水样取样	组	60.00
10.5.4	水质全分析	次	60.00
10.5.5	监测点布置	个	3.00
10.5.6	土壤监测	点次	15.00
10.5.7	土样取样	组	15.00
10.5.8	土质分析	次	15.00
10.6	地形地貌监测		
10.6.1	无人机遥感影像航拍	km^2	7.10
10.6.2	构建三维模型	km^2	7.10
10.6.3	地形地貌景观数据处理分析	份	11.00
10.7	遥感监测		
10.7.1	购买高精度卫星遥感数据	km^2	157.35
10.7.2	卫星遥感监测数据解译	km^2	157.35
10.7.3	土地损毁与复垦、土地复垦质量、植被生态等分析	次	11.00
10.7.4	分析总结报告	次	11.00
10.8	人工巡查	次	132

三、矿区土地复垦

（一）目标任务

亿隆矿井复垦责任范围面积为552.7946hm²，复垦土地面积552.7946hm²，土地复垦率=复垦土地面积÷复垦责任范围土地面积=100%。

通过复垦工程的实施，项目区复垦责任范围的旱地面积由复垦前146.9116hm²变化为165.5005hm²，增加了18.5889hm²；乔木林地面积由复垦前10.5910 hm²变化为12.0811hm²，增加了1.4901hm²；灌木林地面积由复垦前63.3480hm²变化为64.4612hm²，增加了0.1132hm²；其他林地面积由复垦前34.0348hm²变化为32.5447hm²，减少了1.4901hm²；天然牧草地面积由复垦前236.0678hm²变化为213.1107hm²，减少了22.9571hm²；人工牧草地面积由复垦前7.2591hm²变化为31.9930hm²，增加了24.9339hm²；其他草地面积由复垦前16.1603hm²变化为14.3268hm²，减少了1.7768hm²；

采矿用地减少了 18.5899hm^2；物流仓储用地、工业用地、农村宅基地、特殊用地、农村道路、裸土地复垦为原地类，无变化。

复垦责任范围其他地类未发生变化，复垦责任范围总面积不变。复垦前后土地利用情况表，见表 5.3-1。

表 5.3-1 复垦前后土地利用情况表

一级地类		二级地类		复垦前	复垦后	变化
01	耕地	03	旱地	146.9116	165.5005	+18.5889
03	林地	01	乔木林地	10.5910	12.0811	+1.4901
		05	灌木林地	63.3480	63.4612	+0.1132
		07	其他林地	34.0348	32.5447	-1.4901
04	草地	01	天然牧草地	236.0678	213.1107	-22.9571
		03	人工牧草地	7.2591	31.9930	+24.9339
		04	其他草地	16.1036	14.3268	-1.7768
05	商业用地	08	物流仓储用地	0.1132	0.0000	-0.1132
06	工矿仓储用地	01	工业用地	1.8069	1.8069	0
		02	采矿用地	29.5912	11.0024	-18.5889
07	住宅用地	02	农村宅基地	1.1299	1.1299	0
09	特殊用地		特殊用地	0.1813	0.1813	0
10	交通运输用地	03	农村道路	4.9578	4.9578	0
12	其他土地	06	裸土地	0.6983	0.6983	0
合计				552.7946	552.7946	0

（二）工程设计

1、土地复垦对象设计范围与类型

亿隆煤矿压占及沉陷损毁土地类型有耕地、林地、工矿仓储用地等，矿区复垦责任总面积为 552.7946hm^2。开采沉陷区在原地块维持原土地利用功能不变，增加绿地面积与耕地面积，提升生态环境质量。

2、复垦工程设计

亿隆煤矿土地复垦工程以土地适宜性评价中划分的 11 个复垦单元为单位进行设计，按复垦单元进行复垦施工设计。

根据矿区土地损毁程度预测分析结果，结合煤矿具体情况并借鉴其它矿井开采损

毁区土地的复垦情况，对亿隆煤矿损毁土地提出如下的土地复垦方案（复垦单元设计对应表 4.2-12 土地复垦评价单元划分表）。

（1）工业场地复垦单元工程设计

矿山开采结束后，将工业场地复垦为旱地，具体复垦工程措施介绍如下：

1）清理工程

矿山开采结束后，对废弃建筑进行拆除，硬化地面需剥离、基础需挖除。采用挖掘机和推土机协同作业。

经调查，工业场地等永久占地的建筑一般为多层混凝土结构建筑，采用机械方式拆除，需拆除的单位面积工程量约为 $0.5m^3/m^2$。

建筑拆除后，硬化地面需剥离、基础需挖除，采用挖掘机和推土机协同作业。据实地调查，工业场地等永久用地的路面一般为混凝土路面，平均厚度为 0.6m；建筑物基础一般为毛石条基，埋深小于 1.5m；硬化地面结构一般为砂石地面和混凝土地面，厚度一般小于 15cm。

采用挖掘机和推土机协同作业。进行有组织有顺序的拆除工作，复垦过程中清理的弃渣主要运至政府指定的建筑垃圾处理厂进行统一处理。

2）井筒封闭工程

亿隆煤矿矿井生产结束后，要对主斜井、副斜井和回风斜井井筒采取封闭措施，井筒封闭工程设计及工程量见本章第二节地质环境治理工程。

3）客土覆土工程

地表建筑物清理结束后，对地表进行客土覆土，覆土厚度为 0.5m。

4）土地平整工程

利用平地机、推土机等机械进行平整，消除地表附加坡度。

5）土地翻耕工程

对工业场地坚硬、板结，重度加大的土壤，有机质、养分与水分缺乏的土壤进行翻土，将土壤通过深翻到土壤底层，以达到稀释的目的，有效地减少土壤对环境的影响。

在春、秋两季采用双轮二铧犁、双轮单铧犁、机引多铧犁、中耕机和浅耕机等对土地进行深耕。

6）田埂修筑

翻耕后修筑田埂，田埂的高度和宽度按照现有田埂标准修筑，高度为 20cm，宽度为 30cm。

7）土壤培肥

在 0～20cm 土层内，均匀撒施肥料，选用农家肥及无机肥，改良土壤环境，增加土壤有机质含量，为土地产量打下基础。

8）配套道路工程

将村工业场地复垦为旱地后，需要在耕地周边新增必要的生产道路，用于田间的各个地块，便于农业生产管理。路基宽度 4.0m，素土路面，路面宽度 3.0m。应尽量利用原有合格的道路系统，或在原有道路系统的基础上改建，并与现有道路系统连接（图 5.3-1）。

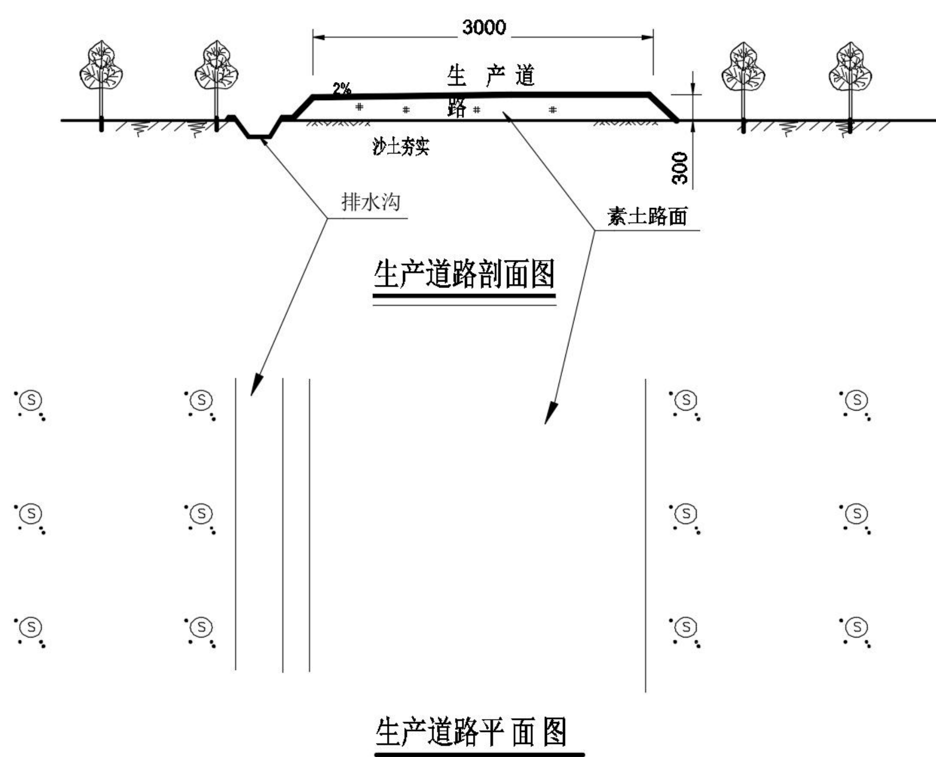


图 5.3-1　田间道路典型设计示意图

（2）排矸场复垦单元工程设计

a．排矸场坦面规划复垦为灌木林地。

1）客土回覆工程

对该复垦单元进行客土覆土，覆土厚度 30cm。

2）平整工程

待表土回覆后对场地进行土地平整，土地平整时利用平地机、推土机等机械进行平整，消除地表附加坡度。

3）土地翻耕工程

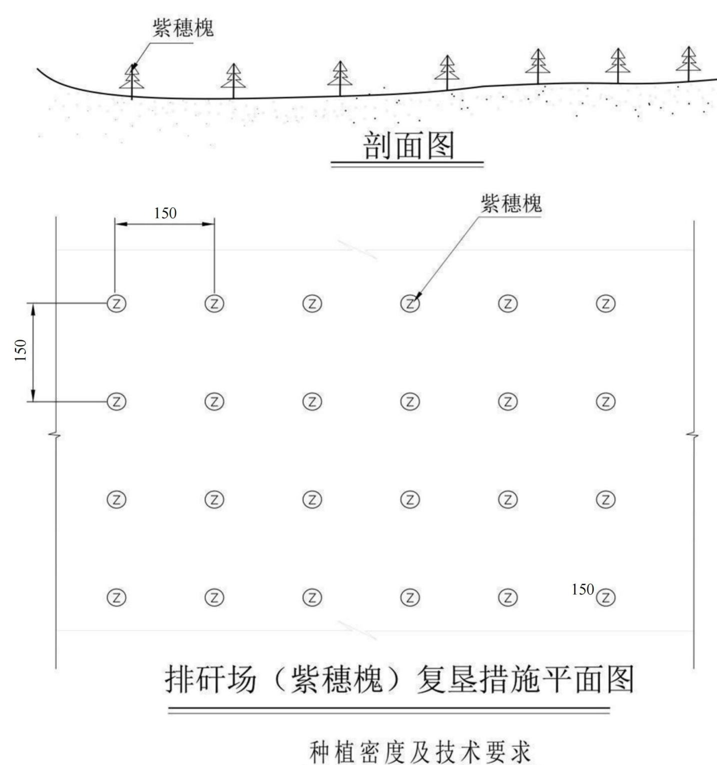
对平整后的土壤进行翻土，疏松土壤为后续的土壤培肥做基础。

4）土壤培肥

在 0～20cm 土层内，均匀撒施肥料，选用农家肥及无机肥，改良土壤环境，增加土壤有机质含量，提高植物的存活率。

5）植被恢复工程

本复垦单元复垦为灌木林地，采用穴状整地的方法栽植紫穗槐，穴状整地规格为 0.4m×0.4m×0.4m，在整好的基础上栽植紫穗槐，栽植规格设计图见图 5.3-2。



树种	株距	行距	苗木规格	种植方式	整地方式	穴状规格
紫穗槐	1.5m	1.5m	地径0.5cm	植苗造林	穴状整地	40*40*40cm

穴状整地图式



植苗方式剖面图

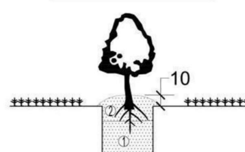


图 5.3-2　栽植紫穗槐设计图

b.排矸场（坡面）规划复垦为灌木林地（灌草结合）

1）客土回覆工程

对该复垦单元进行客土覆土，覆土厚度 30cm。

2）土壤培肥

在 0～20cm 土层内，均匀撒施肥料，选用农家肥及无机肥，改良土壤环境，增加土壤有机质含量，提高植物的存活率。

3）植被恢复工程

本复垦单元复垦为灌木林地（灌草结合），采用栽植紫穗槐和播撒草籽的方法，栽植紫穗槐的设计见图 5.3-2，播撒紫花苜蓿规格设计图见表 5.3-2。

表 5.3-2　播撒草籽技术指标值

树种	播深（m）	种子规格	定植苗量 Kg/公顷
紫花苜蓿	2～3cm	一级种	60.00

（3）炸药库复垦单元工程设计

矿山开采结束后，将炸药库复垦为灌木林地，具体复垦工程措施介绍如下：

1）清理工程

矿山开采结束后，对废弃建筑进行拆除，硬化地面需剥离、基础需挖除。采用挖掘机和推土机协同作业。

建筑拆除后，硬化地面需剥离、基础需挖除，采用挖掘机和推土机协同作业。据实地调查，工业场地等永久用地的路面一般为混凝土路面，平均厚度为 0.6m；建筑物基础一般为毛石条基，埋深小于 1.5m；硬化地面结构一般为砂石地面和混凝土地面，厚度一般小于 15cm。

采用挖掘机和推土机协同作业。进行有组织有顺序的拆除工作，复垦过程中清理的弃渣主要运至政府指定的建筑垃圾处理厂进行统一处理。

3）客土覆土工程

地表建筑物清理结束后，对地表进行客土覆土，覆土厚度为 0.3m。

4）土地平整工程

利用平地机、推土机等机械进行平整，消除地表附加坡度。

5）土壤培肥

在 0～20cm 土层内，均匀撒施肥料，选用农家肥及无机肥，改良土壤环境，增加

土壤有机质含量，为土地产量打下基础。

6）植被恢复工程

本复垦单元复垦为灌木林地，采用穴状整地的方法栽植紫穗槐，穴状整地规格为0.4m×0.4m×0.4m，在整好的基础上栽植紫穗槐。

（4）耕地复垦单元（含基本农田）工程设计

1）裂缝、塌陷充填工程

①用机械挖深施工区域的表土层至底土层。

②将渣土或素土填充在底部并填平压实，表层覆盖黄土。

③将挖出的黄土和耕作层土覆于表面。黄土、耕作层土覆盖层分别达到设计高度，充填后的地面最低标高不低于附近自然地貌标高，以利于雨季自然排水。

2）土壤剥覆工程

①剥离沉陷区及裂缝地周围和需要削高垫底部位的耕作层土壤并就近堆放，剥离厚度为0.3-0.4m。需要平整的削高垫底部位可在地块范围内用目测确定。

②在复垦场地附近上坡方向选定无毒害的黄土土源，用机械或人工挖方取土，用机动车或人力车装运至充填地点附近堆放。

③由堆放点用机动车或手推车取土对沉陷区域或裂缝进行填充，在充填部位或削高垫低部位覆盖耕层土壤。对于还未稳定的沉陷区域，应略比周围田面高出5.0-10.0cm，待其稳定沉实后可与周围田面基本齐平。在充填裂缝距地表1.0m左右时，每隔0.3m左右分层应用木杠或夯石分层捣实，直至与地面平齐。

④整修沉陷或裂缝区域损毁的田坎地楞等排灌设施，恢复原有的耕作条件。

3）平整工程

①田面平整前要根据原有地形设计好合理的地面标高，采取挖高填低的施工方案，平整后达到旱地复垦单元的复垦要求。

②应用机械推平后的田面挖、填部位的土体的松紧不一，故整地之后应进行深翻，以达到保墒的要求。深翻深度为0.5m左右。

②田埂修筑以人工为主，修筑田埂最好在原有位置修筑，田埂的高度和宽度按照现有田埂标准修筑，高度为20cm，宽度为30cm。

4）土地翻耕工程

对工业场地坚硬、板结，重度加大的土壤，有机质、养分与水分缺乏的土壤进行翻土，将土壤通过深翻到土壤底层，以达到稀释的目的，有效地减少土壤对环境的影响。

在春、秋两季采用双轮二铧犁、双轮单铧犁、机引多铧犁、中耕机和浅耕机等对土地进行深耕。

5）田埂修筑

翻耕后修筑田埂，田埂的高度和宽度按照现有田埂标准修筑，高度为 20cm，宽度为 30cm。

6）土壤培肥

在 0～20cm 土层内，均匀撒施肥料，选用农家肥及无机肥，改良土壤环境，增加土壤有机质含量，为土地产量打下基础。

7）配套道路工程

土壤重构及土壤培肥后，需要在耕地周边新增必要的生产道路，用于田间的各个地块，便于农业生产管理。路基宽度 4.0m，素土路面，路面宽度 3.0m。应尽量利用原有合格的道路系统，或在原有道路系统的基础上改建，并与现有道路系统连接（图 5.3-1）。

（5）沉陷区林地复垦单元工程设计

1）复垦措施

①沉陷林地的复垦采取两种方案：一是对受损的树木，及时扶正树体，填补裂缝，保证正常生长。二是对沉陷严重的地块，根据海拔、坡向、坡度、土壤质地、土层厚度等，采取适宜的整地措施，选择适宜的品种，适地适树，增加植被覆盖度。

②裂缝处理，如前所述。

③缓坡区整地。一般情况应全面整地，清除杂草、灌木、石块。全面整地对幼林生长较好，但投工多，成本高。在林木生长初期，可实行林、粮间作。不宜全面整地的缓坡地，可沿等高线将地整成水平阶、水平沟、反坡梯田。水平阶：带状分布，土面与坡面构成一定角度，阶面断面水平，或者稍向内倾斜，阶面宽 0.5-1.5m，阶长依地形而定，阶间距 1.5-2.0m，有埂或无埂。

④坡度较陡区整地。一般多采用鱼鳞坑。坡土面半圆形，坑面低于坡面，呈水平

或稍向内倾斜凹入，有时坑内侧有蓄水沟与半圆两角之引水沟相通。有出水口，使坑间相连。

⑤整地后的空地选择适宜的植物，及时再植。再植应作好选苗、植苗、浇水和抚育管理。沉陷区林地造林技术指标参见表 5.3-3，图 5.3-4。

2）整地方式

种树季节在春季、夏季、秋季进行整地，乔木采用穴状整地 50*50*50cm，灌木采用穴状整地 40*40*40cm。

带土球苗木的栽植方法：栽植时，要提包土球的草绳，将树苗放入坑内摆好位置，再放稳，固定和使它深浅合适之后，剪断草绳或草包，尽量将包装物取出，然后将挖坑时取的表土底土分层回填踏实。踏实坑土时，应尽量踩土球外环。栽植后填高约高于原土球 2～3cm，对栽好的较大常绿树和高大乔木，应在树干周围绑、埋三个支柱，以防树木倒伏。

裸根苗的栽植方法：栽植时要扶正苗木入坑，用表土填至坑 1/2 处，将苗木轻轻上提，保持树身垂直，树根舒展，使坑内的土与根系密接，随后再填刨坑时挖出的底土或稍次的土，并应随填土随用脚踏实，但不要踩坏树根。栽植后乔木填高约高于原土痕 10cm，灌木填高约高于原土痕 5cm，然后将回填土壤踏实。栽好后用底土在树坑外围筑成灌水埂，即时浇灌，然后覆土，防止蒸发。将树型及长势较好的一面朝向主要观赏方向；如遇弯曲，应将变曲的一面朝向主风方向。栽植后行列保持整齐。

春季、夏季、秋季人工植苗造林：人工植苗造林，每穴栽植 1 株，苗木直立穴中，分层覆土、踏实，埋土至地径以上 2.00cm，栽后浇水。

3）抚育管理

造林后及时灌水 2～3 次，一般为一周浇灌一次，成活后半个月浇灌一次。带土球的乔木，每次每穴浇水量 25kg，不带土球的乔木及花灌木浇水量 15kg。前三年每年穴内除草 2～3 次。另外，需定时整形休枝。

表 5.3-3　沉陷区造林技术指标表

复垦区域	树种	方式	株行距（m）	种植方式	苗木规格（cm）	定植苗量株/公顷
乔木	油松	穴状整地	3.0×3.0	植苗	两年实生，苗高 150	1660
灌木	紫穗槐	穴状整地	1.5×1.5	植苗	地径 0.5cm	3330

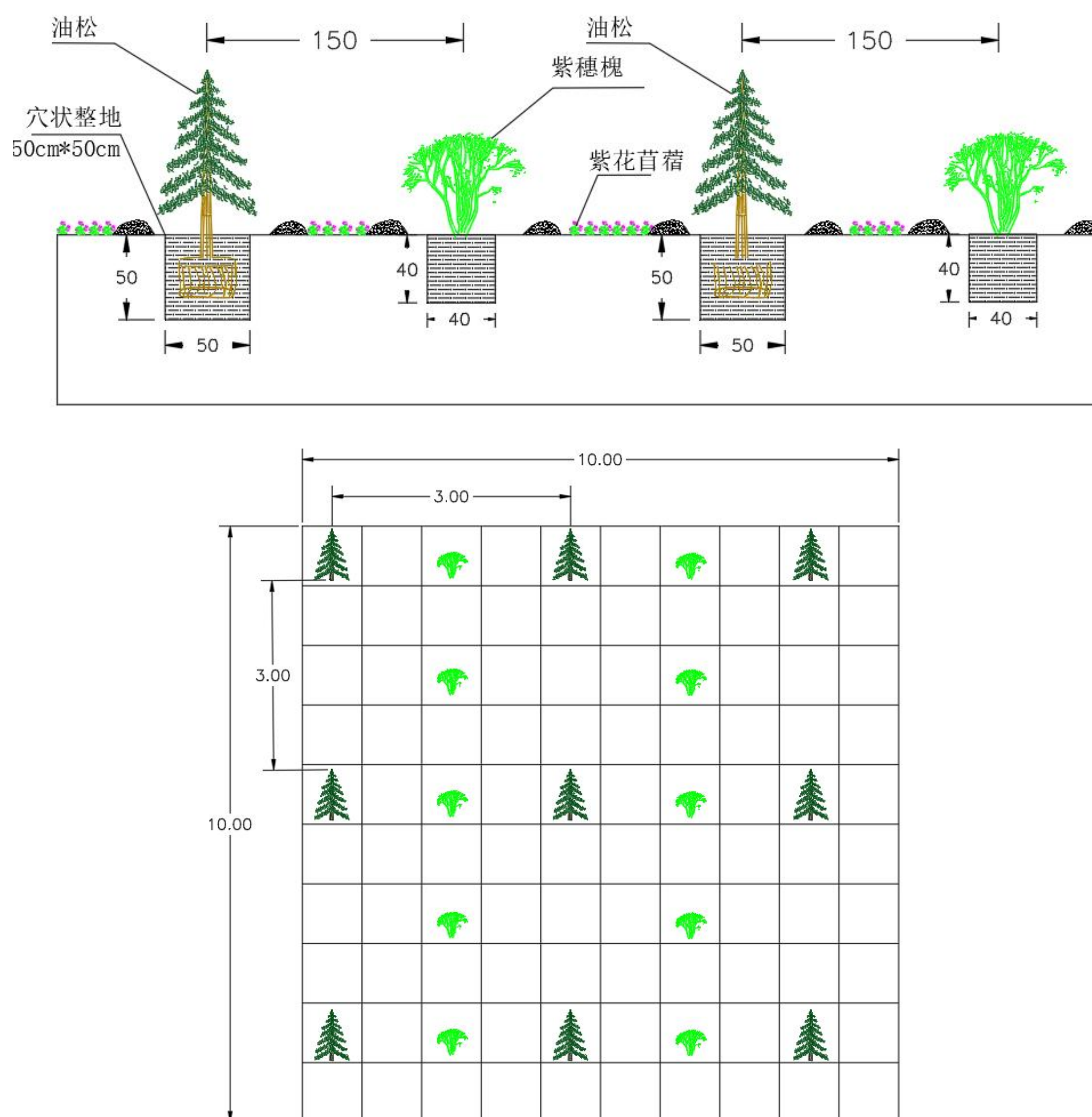


图 5.3-4　栽植设计图

（6）沉陷区草地复垦单元工程设计

1）草地工程复垦技术要求

矿山开采沉陷影响区内草地面积较大，具体复垦方法如下：

①裂缝处理是沉陷草地整理最主要的方式。

②沉陷严重的草坡地，根据黄土层的厚度，选择不同的整地方式。充填裂缝后对整治区进行封育。在永久裂缝过度带区应根据实际情况修筑水平梯田。

③土地整理后，选择播撒紫花苜蓿，发展畜牧业。

④严禁复垦恢复过渡阶段放牧，对复垦后的草地应设置围栏进行封育管理。

⑤有条件的块地，可根据市场要求改变土地用途，或用作耕地，或用作经济林地。

2）补播草籽技术模式

地面处理：对补播地段进行松土，清除有毒有害杂草，待雨季补播草籽。

3）补播设计

为改良沉陷区牧草地，进行人工补播，选用草籽为紫花苜蓿等，补播技术指标参见表 5.3-3。

4）管理和利用

补播地段进行封育管理、禁止放牧，禁牧期间可以刈割利用，刈割最佳期为初花期，留茬高度为 5～7cm。

（7）沉陷区⑦~⑪复垦单元工程设计

沉陷区⑦~⑪复垦单元指采矿用地复垦单元、农村宅基地复垦单元、农村道路复垦单元、特殊用地复垦单元以及裸土地复垦单元等。复垦方向保持原地类不变，具体工程技术以修复为主。

（三）技术措施

土地复垦技术措施包括工程技术措施、生物化学措施和管护措施。

1、工程技术措施

工程技术措施是通过人工措施，使退化的土壤生态系统恢复到能进行自我维护的正常状态，确保矿区范围内土壤植被按照自然规律进行演替。采用以下原则进行复垦：①工程复垦与生态复垦相结合的原则；②农用地复垦与耕地建设相结合的原则；③林地、草地复垦与改善生态环境相结合的原则。

（1）塌陷损毁土地的复垦措施

沉陷损毁地拟采取的复垦工程技术措施：

1）裂缝填堵法

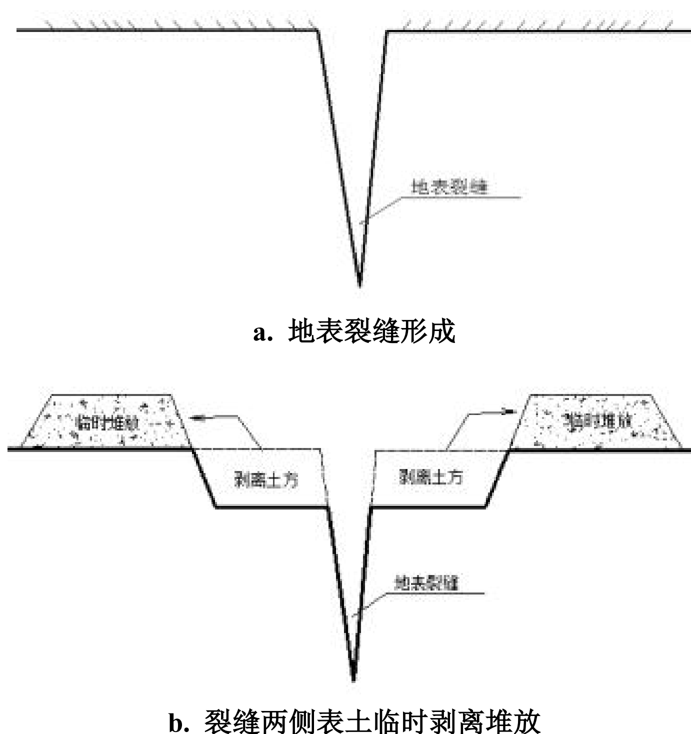
矿区土壤丰厚，因此对于土层较厚、裂缝没有贯穿土层的中、重度损毁的裂缝地，采用填堵裂缝的方法进行整治（较轻损毁以自然恢复为主）。将裂缝地挖开，用黄土逐层夯实即可。对于稳定的沉陷地也可用填堵法暂时恢复土地的生产力，能够保证进行一定的农业生产或林草生长即可，待其稳定后再采取适当的复垦措施。裂缝充填方法见示意图 5.3-4。

2）平整土地法

对于已稳定的、沉陷深度（裂缝深度）≤2.0m、本身坡度不大的地块，这些地块的损毁程度不大，对农业生产、林草生长的影响有限，因此采用机械或人工挖方取土，按照不同的机耕条件和灌排条件确定合适的标高和坡度，进行填挖平衡，使各地块的地面坡度保持在规定的标准。

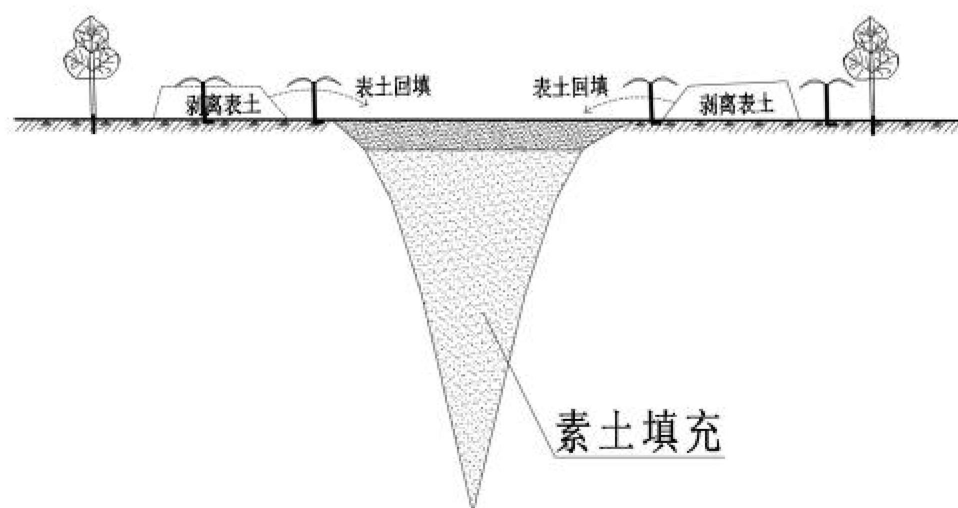
3）梯田复垦工艺

适用于已稳定的、沉陷深度较大、本身坡度起伏较大，甚至呈台阶状的坡耕地。由于本矿区地形以山地为主，因此原有耕地大部分具有一定的坡度，采煤沉陷后可以使当地的地形坡度变化趋于平缓，但部分地区由于裂缝带的存在，坡度也可能陡增。沉陷后的地表坡度在2～6°之间时，适用梯田复垦工艺可以沿地形等高线根据高低起伏状况就势修建台田，形成梯田景观，并略向内倾以便拦水保墒。同时要修筑适当的灌排水设施，防止水土流失，从而改善原有的农业生产布局。



a. 地表裂缝形成

b. 裂缝两侧表土临时剥离堆放



c. 裂缝充填表土回覆

图 5.3-5　裂缝充填示意图

（2）建设压占损毁区复垦工程措施

采矿活动结束后，及时对工业地场地等地面建（构）筑物进行拆除、清理、平整，然后翻耕恢复为耕地。

2、生物化学措施

（1）土壤改良

项目区覆盖的黄土尽管来源丰富，但是养分贫瘠，缺乏必要的营养元素和有机质，因此需要采取一系列措施改良土壤的理化性质，主要方法有：

①人工施肥

对复垦后土地施用适当的有机、无机肥料以提高土壤中有机物含量，改良土壤结构，消除其不良理化性质，并作为绿肥法的启动方式，为以后进一步改良做好基础。

②绿肥法

绿肥是改良复垦土壤，增加有机质和氮磷钾等营养元素的最有效方法。凡是以植物的绿色部分当作肥料的称为绿肥，绿肥多为豆科植物，其生命力旺盛，在自然条件较差、土壤较贫瘠的土地上能很好地生长。

③微生物技术

主要是利用菌肥或微生物活化剂改善土壤和作物的生长营养条件，迅速熟化土壤，固定空气中的氮元素，参与养分的转化，促进作物对营养的吸收，分泌激素刺激作物的根系的发育，抑制有害生物的活动，提高植物抗逆性。

结合矿区实际情况，本方案拟选施肥的方式进行土壤改良。

（2）植物品种筛选

筛选适当的先锋植物对复垦土地进行改良，同时要筛选适宜的适生植物作为土地复垦的物种。适合矿区生长的植物见表5.3-4。

表 5.3-4 项目区内适宜生长备选绿化植物一览表

类型	名称	类型	生态习性	栽植特点
乔木	**油松**	**常绿乔木**	**理想的观赏树种。喜光、深根性，根系发达，略耐瘠薄和干旱，抗病虫害能力强，不耐积水**	**宜移栽大苗，密度 3330 株／hm^2，株行距为 3m×3m**
	樟子松	常绿乔木	极喜光、根系发达，耐干旱严寒，耐瘠薄土壤	宜移栽大苗，密度 3330 株／hm^2，株行距为 1.5m×2m
	小叶杨	落叶乔木	喜光树种，不耐庇荫，适应性强，对气候和土壤要求不严，耐旱，抗寒，耐瘠薄或弱碱性土壤，在砂、荒和黄土沟谷也能生长。小叶杨与沙棘、紫穗槐、柠条等灌木混交，有利于小叶杨生长。	主要采用植苗造林与插干造林，也可埋条造林。造林密度一般 2m×3m、2m×4m 或 3m×5m。
	刺柏	常绿乔木	喜光，耐寒、耐热，对土壤要求不严，对土壤的干旱及潮湿均有一定的抗性。对多种有害气体有一定抗性。阻尘隔音效果良好。	播种繁殖，密度 4995 株／hm^2，株行距为 1m×3m
	新疆杨	落叶乔木	高大，喜光，深根性，喜水肥、温热，耐大气干旱，不耐土壤干瘠，不耐湿热多雨，抗风力强	宜于带土栽植，密度 3330 株／hm^2，株行距为 1.5m×2m
	速生杨	落叶乔木	以欧美杨 107 号为代表，适合我国黄淮流域、海河流域及辽河以南流域广泛栽植，抗风能力强，抗病虫害能力强，生长迅速，成活率高	扦插、育苗均可，密度 3330 株／hm^2，株行距为 1.5m×2m
	国槐	落叶乔木	喜光、浅根性，侧根发达，萌生力强，寿命较长，抗烟尘能力强	宜于带土栽植，密度 3330 株／hm^2，株行距为 1.5m×2m
	龙爪槐	落叶乔木	喜光、喜湿润土壤、根系发达，萌生力强，抗病虫性强、耐旱、耐盐碱，为理想的观赏树种	扦插、育苗均可，密度 3330 株／hm^2，株行距为 1.5m×2m
灌木	桧柏	常绿灌木	喜光，喜温凉气候，较耐寒，适肥厚湿润沙质土壤，萌芽力强，耐修剪，寿命长	宜于带土栽植，密度 4995 株／hm^2，株行距为 1m×3m
	紫穗槐	**落叶灌木**	**喜干冷气候，耐寒性强，耐干旱能力强亦能耐一定程度水淹，对土壤要求不严，生长迅速，萌芽力强**	**可用播种、繁殖，密度 3330 株／hm^2，行距为 1.5m×1.5m**
	沙地柏	匍匐灌木	喜光，喜凉爽干燥的气候，耐寒、耐旱、耐瘠薄，对土壤要求不严，不耐涝。适应性强，生长较快，栽培管理简单	宜于带土栽植，密度 4995 株／hm^2，株行距为 1m×3m
	大叶黄杨	常绿灌木	枝叶茂密，萌芽力强，耐修剪，喜疏松的砂质壤土。扦插或播种繁殖	修剪成球状或者作绿篱，密度 4995 株／hm^2，株行距为 1m×3m
	金叶女贞	常绿灌木	树叶繁茂，绿期长，耐干旱，抗潮性、抗烟性好，抗废气能力强	修剪作绿篱，密度 4995 株／hm^2，株行距为 1m×3m
	蔷薇	半常绿灌木	生长健壮，耐寒	成簇状栽植
	沙柳	落叶灌木	喜光，根系发达，耐寒，耐热，喜湿润，抗风蚀，耐沙压，生长迅速，萌生力强，耐低湿盐碱	扦插法繁殖，密度 3330 株／hm^2，株行距为 1.5m×2m
	柠条	落叶灌木	喜强光、深根性、根系发达，喜干燥气候，抗严寒，耐热、耐瘠薄、耐干旱，萌生能力强，耐沙打沙埋	可用播种及扦插法繁殖，密度 6660 株／hm^2，株行距为 1.5m×2m
草本植物	草木犀	草本植物	繁殖力强，耐干旱，适应当地土壤	撒播，播种量 60kg／hm^2
	小冠花	草本植物	繁殖力强，可大量栽植于坡地，防止水土流失。	撒播，播种量 60kg／hm^2
	紫花苜蓿	**草本植物**	**耐寒冷，耐干旱，深根耐割**	**撒播，播种量 60kg／hm^2**
	沙蒿	草本植物	繁殖力强，耐干旱，适应当地土壤	撒播，播种量 60kg／hm^2

矿山内村庄、道路、农田周边种植大量油松，根据表 5.3-4 以及矿区环境条件，为使绿化植被协调、统一，有林地植被选择乔木油松，灌木林地、其他林地选择紫穗槐，

草地选择乡土植物紫花苜蓿。

3、管护措施

沉陷复垦工程结束后，对所栽植的林、草进行三年度的科学抚育管理，具体拟定抚育管理的措施设计。

一般抚育管理包括田间管理和植物抚育管理。田间管理包括林木浇水、施肥、锄草等，植物抚育管理包括病虫害防治、修剪、平茬等措施。

（四）主要工程量

1、工程量测算依据

工程量测算主要依据有：

（1）土地复垦工程设计要求；

（2）《土地复垦质量控制要求》（TD/T1036-2013）；

（3）损毁土地面。

土地损毁面积见表 3.4-6。

2、主要工程量测算方法

（1）裂缝充填工程量测算方法

根据不同类型强度的裂缝情况其充填土方的工程量亦不同。设沉陷裂缝宽度为 a（单位：m），则地表沉陷裂缝的可见深度 W 可按下列经验公式计算：

$$W=10\sqrt{a}$$

设塌陷裂缝的间距为 C，每亩的裂缝条数为 n，则每亩面积塌陷裂缝的长度 U 可按下列经验公式计算：

$$U=\frac{666.7}{C}n$$

设每亩沉陷地裂缝的充填土方量为 V（m^3），则 V 可按如下经验公式计算：

$$V=\frac{1}{2}aUW$$

根据煤矿周边煤矿现场调查及当地土地复垦经验，确定各损毁程度的地裂缝技术参数见表 5.3-5 和表 5.3-6。

表 5.3-5　不同损毁程度地裂缝技术参数表

损毁程度	裂缝宽度 a(m)	裂缝间距 C(m)	每亩裂缝条数 n(条)	裂缝深度 W(m)	每亩裂缝长度 U(m)	每公顷裂缝长度 U(m)
轻度	0.08	50	1	2.83	13.33	199.95
中度	0.20	30	2	4.47	44.45	666.75
重度	0.40	20	3	6.32	100.01	1500.15

表 5.3-6　不同损毁程度地裂缝充填土方量

损毁程度	每亩沉陷地裂缝土方充填量 $V(m^3)$	每公顷沉陷地裂缝土方充填量 $V(m^3)$
轻度	1.51	22.63
中度	19.87	298.05
重度	126.41	1896.15

（2）土壤剥覆工程量测算方法

裂缝填充前进行土壤剥离，剥离土方量为剥离面积与剥离厚度的乘积，裂缝充填后进行表土回覆，表土回覆量与表土剥离量相同。

设剥离表土量为 $V_{剥}$（m^3），每公顷地裂缝长度 U（m），剥覆表土厚度为 h（m），每侧剥离宽度为 d（m），则每公顷损毁土地剥覆土方量 $V_{剥}$的计算公式如下：

$$V_{剥/覆}=2\cdot U\cdot h\cdot d\ (m^3)$$

根据各损毁程度的地裂缝长度及剥离宽度确定土壤剥覆土方量。

（3）平整土地工程量测算方法

平整土地主要是为了消除地表沉陷引起的附加坡度，同时消除地表原有坡度，使之尽量水平，提高耕地标准。轻度区、中度区和重度区的附加坡度分别按照 1°、2°和 3°计算，同时原有地面坡度平均按照 3°计算。根据沉陷区不同损毁程度产生倾斜的附加坡度平均值及原始坡度，平整每公顷土地土方量 V_1 可按照以下经验公式计算：

$$V_1=5000\tan a,\ (m/hm^2)$$

经计算，不同损毁程度每公顷沉陷地平整工程工程量见表 5.3-7。

表 5.3-7　不同损毁程度平整土地工程量

损毁程度	平均平整坡度（°）	平整每公顷土地平整量（m^3）
轻度	4	349.63
中度	5	437.44
重度	6	525.52

（4）土壤培肥工程量测算方法

对于熟土，为提高耕地及园地的耕种质量，对耕地及园地进行土壤培肥，在 0～20cm 土层内，均匀撒施肥料，选用农家肥及无机肥，改良土壤环境，增加土壤有机质含量，为土地产量打下基础。与平整工程同时进行。

对于生土，首先应进行翻耕，然后在 0～20cm 土层内，均匀撒施肥料，选用农家肥及无机肥，改良土壤环境，增加土壤有机质含量，为土地产量打下基础，与平整工程同时进行。

表 5.3-8　土壤培肥工程量标准一览表

土类	肥料种类	每公顷土地施肥量（kg/hm^2）
熟土	农家肥	3000
	无机肥	450

（5）土地翻耕工程量测算方法

土地翻耕主要设计在旱地复垦方向的复垦单元，在春、秋两季采用双轮二铧犁、双轮单铧犁、机引多铧犁、中耕机和浅耕机等对土地进行深耕。土地翻耕深度 0.3m。

工程量测算方法：土地翻耕工程量=土地翻耕面积。

（6）田埂修筑工程量测算方法

经现场勘查，复垦区耕地田块宽度一般在 150~200m，平均按照 180m 计，按照耕地面积/田块宽度，可以得知土埂的长度。土埂断面面积为 $0.36m^2$。每公顷修筑田埂工程量为 $36.0m^3$。

工程量测算方法：耕地田埂土方量=土埂断面面积×土埂长度计算。

（7）清理工程量测算方法

工业场地、炸药库等占地的建筑一般为混凝土结构建筑，办公楼基础为桩基，其它建筑物基础一般为条基，埋深 1.5～2.5m；硬化地面结构一般为砂石地面和混凝土地面，厚度一般为 20cm。除办公楼外，需拆除的单位面积工程量约为 $0.5m^3/m^2$；区内的建筑一般为单层或多层砖混结构建筑，采用机械和人工拆除。

（8）生物措施工程量测算方法

生物措施工程量测算按照复垦面积×定植苗种量计算。

根据以上复垦工程量计算方法，分别测算统计各复垦单元的工程量。

表 5.3-9 林地生物措施恢复技术指标表

复垦区	树种	株行距（m）	整地方式	苗木规格（cm）	定植苗量（株/hm^2）
乔木林地	油松	3×3	穴状整地 50×50×50cm	两年实生，苗高 150	1110
灌木林地	紫穗槐	1.5×1.5	穴状整地 40×40×40cm	地径 0.5cm	4440

表 5.3-10 草地生物措施恢复技术指标表

复垦区	损毁程度	种类	株行距（m）	整地方式	苗木规格	定植苗量（kg/hm^2）
草地	轻度	紫花苜蓿	带状撒播	播深 2~3cm	一级种	45
	中度	紫花苜蓿	带状撒播	播深 2~3cm	一级种	60
	重度	紫花苜蓿	带状撒播	播深 2~3cm	一级种	75

3、复垦工程量

（1）工业场地复垦单元工程量测算

工业场地复垦单元主要采用废弃建筑拆除清理、客土覆土、土地平整、土地翻耕、田埂修筑、土壤培肥、配套机耕道路等措施复垦为旱地。根据前述复垦技术工程量测算方法，工业场地复垦工程量见表 5.3-11

表 5.3-11 工业场地复垦工程量

复垦时期	**复垦项目**	**单位**	数量
前期复垦	**工业场地复垦工程**		
	废弃建筑拆除	m^3	92944.5
	清理建筑垃圾	m^3	92944.5
	客土覆土	m^3	111533.4
	土地平整	m^2	9768.84
	土地翻耕	hm^2	18.59
	田埂修筑	m^3	669.24
	土壤培肥	hm^2	18.59
	配套机耕道路工程		
	路床压实	m^2	15428.87
	路基	m^2	17845.44
	素土路面	m^2	11153.34

（2）排矸场复垦单元工程量测算

排矸场坦面复垦单元主要采用客土覆土、土地平整、土地翻耕、土壤培肥、栽植紫穗槐等措施复垦为灌木林地。根据前述复垦技术工程量测算方法，排矸场坦面复垦

工程量见表 5.3-12。

表 5.3-11　排矸场坦面复垦工程量

复垦时期	复垦项目	单位	数量
前期复垦	复垦面积	hm^2	2.48
	客土覆土	m^3	14880.00
	土地平整	m^2	24800.00
	土地翻耕	hm^2	2.48
	土壤培肥	hm^2	2.48
	穴状整地	个	6612.00
	栽植紫穗槐	株	6612.00

排矸场坡面复垦单元主要采用客土覆土、土壤培肥、栽植紫穗槐、撒播草籽等措施复垦为灌木林地（灌草结合）。根据前述复垦技术工程量测算方法，排矸场坡面复垦工程量见表 5.3-12。

表 5.3-12　排矸场坡面复垦工程量

复垦时期	复垦项目	单位	数量
前期复垦	复垦面积	hm^2	0.3157
	客土覆土	m^3	1262.80
	土壤培肥	hm^2	0.3157
	穴状整地	个	421.00
	栽植紫穗槐	株	421.00
	撒播草籽	hm^2	0.3157

（3）炸药库复垦单元工程量测算

炸药库复垦单元主要采用废弃建筑拆除清理、客土覆土、土地平整、土壤培肥、穴状整地等措施复垦为灌木林地。根据前述复垦技术工程量测算方法，炸药库复垦工程量见表 5.3-13。

表 5.3-13　炸药库复垦工程量

复垦时期	复垦项目	单位	数量
近期复垦	废弃建筑拆除	m^3	1485.00
	清理建筑垃圾	m^3	1485.00
	客土覆土	m^3	3396.00
	土地平整	m^2	1132.00
	土壤培肥	hm^2	0.11
	穴状整地	个	4400.00
	栽植紫穗槐	株	4400.00

（4）沉陷区耕地复垦单元工程量测算

沉陷区耕地复垦单元主要采用裂缝填堵、表土剥离、表土覆土、土地平整、土地翻耕、田埂修筑、土壤培肥等措施复垦为原地类旱地。根据前述复垦技术工程量测算方法，沉陷区耕地复垦工程量见表 5.3-14。

表 5.3-14 沉陷区耕地复垦工程量

复垦时期	复垦项目		单位	数量
近期复垦	土壤重构	裂缝填堵土方	m^3	66130.71
		表土剥离工程	m^3	54351.49
		表土覆土工程	m^3	54351.49
		土地平整工程	m^2	77235.67
		土地翻耕工程	hm^2	146.91
		田埂修筑工程	m^3	5290.92
	土壤培肥		hm^2	146.91
	配套机耕道路	路床压实	m^2	
		路基	m^2	121935.30
		素土路面	m^2	141033.60

（5）沉陷区林地复垦单元工程量测算

沉陷区林地复垦单元主要采用栽植油松、栽植紫穗槐等措施复垦为原地类林地。根据前述复垦技术工程量测算方法，沉陷区林地复垦工程量见表 5.3-15。

表 5.3-15 沉陷区林地复垦工程量

复垦时期	复垦项目		单位	数量
近期复垦	生态修复	已损毁林地修复	hm^2	20.5953
		栽植油松	株	22860.00
		穴状整地（0.5m*0.5m）	个	22860.00
		栽植紫穗槐	株	91443.00
		穴状整地（0.4m*0.4m）	个	91443.00
	生态修复	拟损毁林地修复	hm^2	33.8994
		栽植油松	株	37629.00
		穴状整地（0.5m*0.5m）	个	37629.00
		栽植紫穗槐	株	150513.00
		穴状整地（0.4m*0.4m）	个	150513.00

（6）沉陷区草地复垦单元工程量测算

沉陷区草地复垦单元主要采用撒播草籽等措施复垦为原地类草地。根据前述复垦技术工程量测算方法，沉陷区草地复垦工程量见表 5.3-16。

表 5.3-16　沉陷区草地复垦工程量

复垦时期	复垦项目		单位	数量
近期复垦	已沉陷区草地复垦			
	生态修复	撒播草籽	hm^2	82.7441
	拟沉陷区草地复垦			
	生态修复	撒播草籽	hm^2	176.4509

（7）沉陷损毁搬迁农村宅基地复垦工程量测算

搬迁农村宅基地复垦为旱地，复垦工程措施为土壤重构工程，包括土壤重构工程包括拆除与清理工程、土地平整、客土回覆、土地翻耕、土壤培肥等。

1）拆除与清理工程

表 5.3-17　搬迁农村宅基地拆除与清理工程工程量表

复垦阶段	复垦区域	工程项目	面积（hm^2）	单位方量（m^3/hm^2）	拆除及清运方量（m^3）
中后期	搬迁农村宅基地	建筑物拆除	0.20	5000	1000.00
		混凝土拆除	0.01	2000	20.00
		垃圾清理	——	——	1020.00

2）土地平整工程

平整土地主要是为了消除地表沉陷引起的附加坡度，提高耕地的耕种标准。根据沉陷区耕地面积计算土地平整工程量，详见表 5.3-18，土地平整 155.09m^3。

表 5.3-18　搬迁农村宅基地土地平整工程量表

复垦阶段	复垦区域	平整每公顷土地平整量（m^3）	治理面积（hm^2）	工程量（m^3）
中后期	搬迁农村宅基地	525.52	0.30	155.09

3）覆土工程

表 5.3-19　搬迁农村宅基地覆土工程量表

复垦阶段	复垦区域	覆土面积（hm^2）	覆土厚度（m）	覆土量（m^3）
中后期	搬迁农村宅基地	0.30	0.3	900

4）土地翻耕

表 5.3-20　搬迁农村宅基地土地翻耕工程量表

复垦阶段	工程项目	单位	工程量
中后期	土地翻耕	hm^2	0.30

5）土壤培肥

按照每公顷施农家肥施入量为4500kg/hm^2，增施无机肥 500kg/hm^2，详见表 5.3-21。

表 5.3-21　搬迁农村宅基地土壤培肥工程量表

复垦阶段	复垦区域	工程项目	面积（hm^2）	单位施肥量（kg/hm^2）	施肥量（kg）
中后期	搬迁农村宅基地	农家肥	0.3	4500	1350

（8）沉陷区⑦和⑪复垦单元工程量测算

沉陷区⑦和⑪复垦单元指采矿用地复垦单元、农村宅基地复垦单元、农村道路复垦单元、特殊用地复垦单元以及裸土地复垦单元等。复垦方向保持原地类不变，具体工程技术以修复为主。相关工程量见本章地质环境治理工程一节。

4、复垦工程量汇总

土地复垦工程量见表 5.3-17。

表 5.3-17　土地复垦总工程量表

序号	单项名称	单位	工程量
1	**沉陷区耕地复垦工程**		
1.1	土壤重构工程		
1.1.1	裂缝填堵土方	m³	66130.71
1.1.2	表土剥离工程	m³	54351.49
1.1.3	土地平整工程	m²	77235.67
1.1.4	表土覆土工程	m³	54351.49
1.1.5	土地翻耕工程	hm²	146.91
1.1.6	田埂修筑工程	m³	5290.92
1.2	土壤培肥	hm²	146.91
1.3	配套机耕道路工程		
1.3.1	路床压实	m²	121935.3
1.3.2	路基(20cm 砾石)	m²	141033.6
1.3.3	素土路面（20cm）	m²	88146
2	**沉陷区林地复垦工程**		
2.1	栽植油松	株	60489
2.2	穴状整地（0.5m*0.5m）	个	60489
2.3	栽植紫穗槐	株	241956
2.4	穴状整地（0.4m*0.4m）	个	241956
3	**沉陷区草地复垦工程**		
3.1	撒播草籽	hm²	259.2
4	**炸药库复垦工程**		
4.1	废弃建筑拆除	m³	1485.00
4.2	清理建筑垃圾	m³	1485.00
4.3	土地平整工程	m²	1132

序号	单项名称	单位	工程量
4.4	客土覆土	m^3	3396
4.5	穴状整地（0.4m*0.4m）	株	4400
4.6	栽植紫穗槐	株	4400
4.7	土壤培肥	hm^2	0.1132
5	**排矸场复垦工程**		
5.1	土地平整工程	m^2	24800
5.2	客土覆土	m^3	16142.8
5.3	土地翻耕	hm^2	2.48
5.4	土壤培肥	hm^2	2.8
5.5	栽植紫穗槐	株	7033
5.6	穴状整地（0.4m*0.4m）	个	7033
5.7	撒播草籽	hm^2	2.8
5	**工业场地复垦工程**		
5.1	废弃建筑拆除	m^3	92944.5
5.2	清理建筑垃圾	m^3	92944.5
5.3	客土覆土	m^3	111533.4
5.4	土地平整工程	m^2	9768.84
5.5	土地翻耕工程	hm^2	18.59
5.6	田埂修筑工程	m^3	669.24
5.7	土壤培肥	hm^2	18.59
5.8	配套机耕道路工程		
5.8.1	路床压实	m^2	15428.87
5.8.2	路基(20cm 砾石)	m^2	17845.44
5.8.3	素土路面（20cm）	m^2	11153.34
6	**搬迁农村宅基地复垦工程**		
6.1	建筑物拆除	m^3	1000.00
6.2	混凝土拆除	m^3	20.00
6.3	垃圾清理	m^3	1020
6.4	土地平整工程	m^3	155.09
6.5	表土覆土工程	m^3	900.00
6.6	土地翻耕	hm^2	0.30
6.7	土壤培肥	hm^2	0.3
7	**监测管护工程**		
7.1	耕地复垦单元监测管护		
7.1.1	监测工程		
7.1.1.1	土地损毁监测	次	2976
7.1.1.2	土壤质量检测	次	84
7.1.1.3	复垦效果监测	次	432
7.1.2	管护工程		
7.1.2.1	复垦成果管护	hm^2	14.48

序号	单项名称	单位	工程量
7.2	林地复垦单元监测管护		
7.2.1	监测工程		
7.2.1.1	土地损毁监测	次	4032
7.2.1.2	复垦效果监测	次	864
7.2.2	管护工程		
7.2.2.1	复垦成果管护	hm^2	54.49
7.3	草地复垦单元监测管护		
7.3.1	监测工程		
7.3.1.1	土地损毁监测	次	3168
7.3.1.2	复垦效果监测	次	240
7.3.2	管护工程		
7.3.2.1	复垦成果管护	hm^2	27.54

四、含水层破坏修复

（一）目标任务

现状及预测评估认为煤矿开采后侏罗系直罗组、延安组以及宜君组含水层位于导水裂隙带的影响破坏范围，对上述含水层影响程度严重，且造成该段地下裂隙承压水地下水位下降。本方案针对破坏的含水层提出的措施主要为避免和减缓煤层开采后形成的导水裂隙对各含水层结构的破坏，减少地下水漏失量，对含水层的恢复治理工程以监测为主，保障其自然恢复。

（二）工程设计与技术措施

考虑到含水层自身的特性，本方案不分期对其进行治理，以下几点减缓措施在煤矿开采的全期都应积极地采取，以减轻含水层受到开采的影响。

1、排供结合

此方式不但可以使有限的地下水资源充分利用，服务于评估区工农业生产，而且为后期采煤也提供了良好的开采技术条件，减少涌水的隐患，提高采煤效率。

2、加强管理

煤矿应加强对矿区及周边地区地下水位动态监测，制定供水应急方案，发现地下水位下降，及时解决因采煤导致居民生产、生活用水困难问题。

3、加强监测

监测工程详见矿山地质环境监测工程中地下水监测工程布置。

（三）主要工程量

监测井及监测工程量详见矿山地质环境监测工程中地下水监测工程布置。

五、水土环境修复

（一）目标任务

本方案提出的水土环境修复措施主要是为了减缓煤层开采后地面塌陷对土壤理化性质的破坏，减轻对地下水的影响。

（二）工程设计与措施

本方案不分阶段对其进行治理，以下几点减缓措施在煤矿开采的全过程都应积极地采取。

1、加强管理

（1）建立设备管理责任制，落实设备管理责任人，管理人应定期巡查污废水设备运行情况，发现异常尽快处理，避免造成水处理系统事故；

（2）定期对处理、储存污废水的相关设施、设备等进行检修，确保设施的正常运行，减少故障率；

（3）定期对各类水池进行清淤，保证储水容量，增加存水缓冲能力；

（4）定期对回用水管线进行巡查和检修，保证管道的畅通和完好；

（5）加强消防水收集，确保消防污水收集进入矿井水处理站；

2、矿井水在线监测

对矿井水外排口安装在线监测系统（联网），进行实时监控矿井水位、水质，以便尽早发现设备运行异常，及时治理。

3、土壤监测和人工巡查

煤矿应加强对塌陷区土壤定期进行重金属离子、PH 值等项目的监测和人工巡查，发现异常，加密观测，并确定范围，及时通过生物、化学、物理等联合修复方式进行

土壤置换、改良，减缓对土壤理化性质的破坏。

（三）主要工程量

水土环境治理措施以预防和监测为主，无其它工程量。水土环境监测工作量详见下一小节。

六、矿山地质环境监测

（一）目标任务

地质环境监测是从维护良好的地质环境、降低和避免不稳定地质体等风险为出发点，运用多种手段和办法，对地质环境问题成因、数量、规模、范围和影响程度进行监测，是准确掌握煤矿地质环境动态变化及防治措施效果的重要手段和基础性工作，是本方案的重要组成部分。

开展地质环境监测对于贯彻相关法律、法规，搞好地质环境管理工作具有十分重要的意义。煤矿生产产生的主要地质环境问题为：地面塌陷及伴生地裂缝等不稳定地质体，矿山开采对含水层、地形地貌景观和水土环境的影响和破坏。因而，矿山地质环境监测包括不稳定地质体、含水层、水土环境与地形地貌景观的监测。监测工作由亿隆煤矿负责并组织实施，加强对本方案实施的组织管理和行政管理，国土资源管理部门负责监督管理。

1、监测目标

（1）不稳定地质体

根据工作面布置，在井下回采的同时，对位于开采区内和保护煤柱边界处的重要建（构）筑物部署专门的监测点进行监测，随时掌握建（构）筑物的受影响程度，当出现异常情况时，对遭到损坏的地面建（构）筑物及时进行加固、维修，及时组织受威胁人员安全转移，及时调整井下回采方案，并且在不稳定地质体危险段设置防护栏和警示牌，确保人民生命财产和重要建（构）筑物的安全。

（2）含水层

根据工作面布置，在井下回采的同时，监测评估区内第四系全新统冲洪积层含水层、第四系中上更新统黄土孔隙潜水含水层以及侏罗系中统延安组裂隙潜水含水层，

随时掌握水井水位、水量、水质变化，当出现异常情况时，及时调整井下回采方案或其它措施，减缓对含水层的影响。

（3）地形地貌景观

通过地面巡查和遥感解译等方法，掌握本煤矿生产引发地面塌陷等不稳定地质体以及生产产生的固体废弃物对地形地貌景观产生影响或破坏，分析矿山地质环境总体变化趋势。

（4）水土环境

根据各工业场地污废水处理方法、位置，选取 4 处（生活污水处理站、后阳塌沟口处、老大路与砂坡上交叉口处、张明沟沟口）布设水环境监测点，监测水体流量、水质，当出现异常情况时，及时调整污废水回用方案或其它措施，减缓其影响。选取 3 处（主工业场地、排矸场、炸药库）布设土壤环境监测点，监测土壤理化性质。

2、监测任务

（1）不稳定地质体监测

1）崩塌隐患灾害监测

①监测点部署

全区不稳定地质体监测点布设 8 处，监测点位置见图 5.6-1。

监测点 D_1~D8：对区内存在处不稳定地质体 BT01、BT02、张明沟村奥山住宅背后崩塌、杨树华住宅东南侧土质崩塌、王金喜住宅侧山崩塌、王军住宅背后崩塌、亿隆煤矿炸药库西南侧土质崩塌）进行监测以及灾害体所位于的进矿道路边坡带，监测灾害体及不稳定边坡所在坡体的稳定性，以自动化监测设备进行监测。

②监测的内容

监测边坡重点变形部位，如裂缝、崩滑面（带）等两侧点与点之间的相对位移量；监测崩塌的角变位与倾倒、倾摆变形及切层蠕滑。

③监测的方法

主要采用自动化监测结合人工巡视的方法进行监测。

在各个不稳定地质体点设置基于 GNSS 技术的监测系统，该系统主要由传感器、数据通信、数据处理以及监测报警等装置组成。将传感器安置于崩塌或滑坡重点变形部位，实时监测崩滑面的位移、角变位、倾倒、倾摆变形及切层蠕滑等变形信息。

④监测的时间及频率

实时监测，及时对数据进行处理，每月一次对监测点及矿区主工业场地北侧边坡带、进矿道路西侧和东侧边坡带，雨季及发现变形异常时须加密巡查。

2）地面变形监测

①监测点部署

全区地面变形监测点布设 38 个，监测点位置见图 5.6-1。

监测点 G_1~G_{38}：根据矿山开采计划，在矿区内布设监测点 38 个，为地面塌陷灾害巡查点。主要包括随开采进程即将发生地表变形的区域，主要在塌陷区中心、过渡区、边缘，兼顾区内的人类工程活动分布情况。

在地面裂缝变化较大的地带主要通过水准测量手段对其水平位移和垂直位移进行监测。根据地面塌陷变形情况，适时调整监测网络。

②监测的内容

监测内容主要包括：地表下沉量，水平移动值，地面裂缝宽度、深度、几何形态，建（构）筑物裂缝宽度、长度、几何形态等内容。

3）监测的方法

根据开采进度，在区内设立滚动监测点，监测至地表沉稳；对地表变形区，在塌陷区中心、过渡区、边缘，采用十字型布设，RTK 测量，在地裂缝变化较大的地带布设；可根据地面塌陷变形情况，适时调整监测网络。

地表移动变形监测主要采用仪器监测的方法，由矿方确定专业监测人员或委托具有相关资质的单位负责定期监测、记录和总结分析，测量要准确，记录要可靠，整理分析观测数据要客观，并向地质环境主管部门提交相应的观测报告；地质环境主管部门负责监督管理。

4）监测的时间及频率

监测时间为地表移动变形时间，监测频率为每月 1 次，雨季及发现变形异常时须加密监测。监测至地面变形沉稳，约为 3 年。

（2）含水层监测

1）监测点部署

根据《地下水监测规范》（SL/T183-2005）的有关规定，拟选在矿区范围内打 2

口 20～150m 深的水文监测井，分别监测第四系全新统冲洪积层含水层、第四系中上更新统黄土孔隙潜水含水层以及侏罗系中统延安组裂隙潜水含水层的变化情况，共计设置 2 个水文监测点。

2）监测的内容

主要监测地下水水位、流量及水质，监测内容主要为地下水水位、流量、水质分析所检测的项目。

3）监测的方法

①流量大小，选择容积法、堰测法或流速仪法测量。必须按其测量方法要求进行操作。

②水位应测量静水位、稳定动水位埋藏深度与高程，可选择电测水位计、自计水位仪或测绳测量。

③矿井涌水量，采用水泵排量法进行测量。

④水质分析方法采用原国家环保局《水和废水监测分析方法》（第四版）。

4）监测的时间及频率

监测频率：水量、水位每月监测 1 次，测量水井和基岩水文孔水位。含水层水质每季度监测 1 次，取 1 组水样进行分析，平水期进行简分析，丰水期和枯水期进行全分析。发现变化异常情况时须加密观测。

监测时间：监测点水位、水质监测时间地表移动时间约为 3 年。

含水层监测应由矿山企业负责或委托具有资质的单位进行监测。

（3）地形地貌景观监测

1）监测部署

利用遥感卫星影像解译和人工巡查监测。

2）监测的内容

在开采区，监测当年的采空塌陷区，已完成的恢复治理区，下一年的开采区。主要监测矿区生产对地形地貌景观的影响或破坏程度，以及恢复进展情况；植被损毁面积、岩土剥离体积，植被恢复面积及盖度。

同时依据遥感影像监测矿区生产对地形地貌景观的影响或破坏程度和地形坡度变化情况等矿区生态变化。

3）监测的方法

主要采用遥感解译的方法进行监测，每年向有专业资质单位购买卫星图片对比解译分析或利用无人机航拍等方法进行监测，监测集中在每年7～8月，地形地貌监测每两年监测一次，并做历史影像对比分析。

在遥感影像上应选择空间分辨率2.5m或优于2.5m的多光谱遥感数据或者全色与多光谱融合数据。同一地区，不同时相的遥感数据最好为同一季节获取。应选用影像层次丰富、图像清晰、色调均匀、反差适中的遥感图像资料。

遥感影像解译可采用直判法、对比法、邻比法和综合判断法。遥感解译必须建立解译标志，包括直接标志和间接标志。遥感解译标志建立后必须进行外业调查验证，验证率不低于图斑总数的30%，解译与外业验证之间的误差不得超过5%。

4）监测的时间及频率

遥感监测每一年进行一次，人工巡查每月一次，直至管护期结束为止。

（4）水土环境监测

1）监测点部署

生活污水处理站、后阳塌沟口处、老大路与砂坡上交叉口处、张明沟沟口布设4处水环境监测点。在主工业场地、排矸场、炸药库布设3处土壤环境监测点。监测点位置图5.6-2。

布设W1~W4水环境监测点：

W1：布设于主工业场地生活污水处理站；

W2：布设于后阳塌沟口；

W3：布设于老大路与砂坡上交叉口；

W4：布设于张明沟沟口；

布设Q1~Q3土环境监测点：

Q1：布设于主工业场地生活垃圾处理站；

Q2：布设于排矸场；

Q3：布设于炸药库。

（2）监测的内容及时间

1）监测内容

煤矸石重金属监测，主要为煤矸石中重金属含量监测；复垦土壤质量监测，主要

监测复垦土壤中是否含重金属。水样同含水层监测。

2）监测频率及时间

水流量每月监测 1 次，水质每季度监测 1 次，取 1 组水样进行分析，进行全分析。

土壤环境质量每季度监测 1 次，取 1 组土壤进行分析，若未发现超标，可及时中止监测。

（3）监测的方法

1）水质

水样同含水层监测。

2）土壤

采集平面混合样品时，采样深度 0cm~20cm，将一个采样单元内各采样分点采集的土样混合均匀，采用四分法，最后留下 1kg 左右。采集剖面样时，剖面的规格长度一般为长 1.5m，宽 0.8m，深 1.2m，要求到达土壤母质层或潜水水位处，剖面要求向阳，采样要自下而上，分层采取耕作层、沉积层、风化母岩层或母质层样品。采取重金属的样品尽量用竹片或竹刀去除与金属采样器接触的部分土壤再取样，样品袋要求为棉布袋，潮湿样品课内衬塑料袋（供有机化合物测定）。采样的同时，由专人填写样品标签，采用记录：标签一式两份，一份放入袋中，一份系在袋口，标签上标注采用时间、地点、样品编号、监测项目、采样深度和经纬度。采样结束，需逐项检查采样记录、样袋标签和土壤样品，如有缺项和错误，及时补齐更正。

土壤质量分析应符合《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 186）的有关规定。

（5）生态系统监测与调查

1）目标任务

生态系统调查监测是指对矿区生态系统进行定期和长期的监测和记录，掌握生态环境的状况和变化趋势，掌握生态系统因塌陷影响造成的动态变化特征。

监测内容主要包括生态系统格局、生态系统状况、生态系统服务和生态系统质量调查。具体指标包括生物多样性等生态学特征，如种群数量、分布状况、物种组成、生境类型等参数。生态系统的格局、分类、功能、质量等方面，例如植被覆盖度、各类生态系统格局变化等指标。

2）监测方法

遥感监测：采用当年 6～9 月份最新遥感数据，分辨率不低于 1m，进行解译分析。

实地调查：样方调查。

3）监测设计与措施

生态系统监测可分为生态系统格局、生态系统状况、生态系统服务和生态系统质量调查。

①生态系统质量综合指数数据监测

生态系统结构监测主要借助遥感数据、地理信息系统乃至无人机等技术手段，对评估范围的内生态系统格局、生态系统质量进行调查监测。生态系统组成、生态系统质量等因素进行监测分析，解译计算矿区植被覆盖度，植被指数、矿山设施、植被生态、土地损毁与复垦等数据进行解译，通过解译数据判断矿区生态系统质量综合指数。生态系统功能监测采用 1 年监测 1 次。

②生态状况调查

生物多样性调查内容主要包括物种多样性、生态系统多样性，以及生态过程及相互作用。

物种多样性：指一定区域内生物种类的丰富性，包括动物、植物、微生物等。生态系统多样性：指生物群落及其生态过程的多样性，以及生态系统的环境差异、生态过程变化的多样性等。

地面调查监测：通过实地考察和记录，收集生物多样性的直接数据。这种方法适用于各种类型的生物，包括动物、植物等。例如，动物调查可以采用样线调查法、红外触发相机法和直接计数法等。植物调查则采用样线法和样方法相结合的方式进行。

遥感技术：利用遥感技术进行大面积的生物多样性调查。这种方法适用于大规模的生态系统调查，可以通过卫星图像和地面数据相结合，提高调查的效率和准确性。采用 1 年监测 1 次。

（6）矿山地质环境综合管理

矿山企业应制定年度矿山地质环境动态监测制度，在自然资源主管部门技术指导下，采用定期现场调查填表的方法，对矿山地质环境影响程度长期动态监测管理。年度矿山地质环境监测表参照《规范》附录 J“矿山地质环境现状调查表”及年度矿山地质环境动态监测调查表。

年度矿山地质环境动态调查表应根据矿山年度地质环境变化情况如实填写，目的是监督管理矿山企业对地质环境保护与恢复治理方案实施情况，并据此合理安排下一年度生产计划及矿山地质环境保护与恢复治理工作，确保矿山生产运营安全，保障矿山地质环境保护与恢复治理方案顺利实施。

矿山企业应安排专人负责调查、填写、管理工作。调查方法要科学合理；数据填写要客观真实；监测数据以一个工作年度为单位装订成册，上报自然资源管理部门，并留存副本由企业存档管理。

图 5.6-1 监测点位置图

（二）主要工程量

1、矿山地质环境监测工作量

矿山地质环境监测工程量见表 5.6-1。

表 5.6-1 矿山地质环境监测量表

时间	编号	监测对象	地质灾害	监测量（次）		备注
				近期	中后期	
近期（共部署 48 个监测点，包括 38 个 GNSS 自动化监测点、8 个人工巡查监测点）	D1-D8	人工巡查		60	60	重要地面工程、设置人工边坡稳定性巡查监测点，
	G1-G38	近期开采 3^{-2} 煤 13101-13014、13201-13205）地面塌陷监测	地面塌陷及伴生地裂缝	/	/	GNSS 自动化监测点 38 个（自动采集数据）
合计			/	60	60	/

2、含水层监测工作量

含水层监测工程量见表 5.6-2。

表 5.6-2 含水层监测量表

编号	位置	水位	水质分析			监测内容
			监测量（次）			
			近期	中后期	合计	
S1	刘店沟沟口	动态监测、实时采集	15	20	35	水位监测、水质分析
S2	板墩沟沟口		15	20	35	
合计			30	40	70	

3、地形地貌景观监测工作量

地形地貌监测工程量见表 5.6-3。

表 5.6-3 无人机航测工作量表

监测项目	近期	中后期	合计
无人机遥感影像航拍（km^2）	2.56	4.54	7.1
构建三维模型（km^2）	2.56	4.54	7.1
地形地貌景观数据处理分析（份）	5	6	11

4、卫星遥感监测工作量

卫星遥感监测工程量见表 5.6-4。

表 5.6-4 遥感监测工作量表

监测项目	监测数量		
	近期	中后期	合计
购买高精度卫星遥感数据（km^2）	80.42	76.93	157.35
卫星遥感监测数据解译（km^2）	80.42	76.93	157.35
土地损毁与复垦分析（次） 土地复垦质量分析（次）	5	6	11

<table>
<tr><th rowspan="2">监测项目</th><th colspan="3">监测数量</th></tr>
<tr><th>近期</th><th>中后期</th><th>合计</th></tr>
<tr><td>不稳定地质体（次）
植被生态分析（次）
水域面积分析（次）</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>分析总结报告（份）</td><td>5</td><td>6</td><td>11</td></tr>
</table>

5、水土环境质量监测工作量

水土环境质量监测工程量见表 5.6-5。

表 5.6-5　　水土环境质量监测工作量表

<table>
<tr><th rowspan="2">类比</th><th rowspan="2">编号</th><th rowspan="2">监测对象</th><th colspan="2">监测量（点.次）</th><th rowspan="2">监测内容</th></tr>
<tr><th>近期</th><th>中后期</th></tr>
<tr><td rowspan="4">水环境
监测点</td><td>W1</td><td rowspan="4">工业场地生活污水处理站及井下污水处理站以及地表水</td><td>15</td><td>15</td><td rowspan="4">水质进行简分析、全分析。</td></tr>
<tr><td>W2</td><td>15</td><td>15</td></tr>
<tr><td>W3</td><td>15</td><td>15</td></tr>
<tr><td>W4</td><td>15</td><td>15</td></tr>
<tr><td rowspan="3">土环境
监测点</td><td>Q1</td><td rowspan="3">工业场地、风井场地及排矸场</td><td>5</td><td>5</td><td rowspan="3">煤矸石重金属监测、复垦土土壤质量监测</td></tr>
<tr><td>Q2</td><td>5</td><td>5</td></tr>
<tr><td>Q3</td><td>5</td><td>5</td></tr>
<tr><td colspan="3">合计</td><td>15</td><td>75</td><td>/</td></tr>
</table>

2、监测组织及监测成果

监测队伍可由矿企技术负责人作为总负责，由监测技术人员组成矿山专职监测部门或监测作业组，负责矿山地质环境监测工作。矿山企业对监测数据存档，监测成果进行汇总填表，调查表应按省级自然资源厅行政主管部门要求，定期向县级自然资源主管部

七、矿区土地复垦监测和管护

土地复垦监测是督促落实土地复垦责任的重要途径，是保障复垦能够按时、保质、保量完成的重要措施，是调整土地复垦方案中复垦目标、标准、措施及计划安排的重要依据，同时也是预防发生重大事故和减少土地造成损毁的重要手段之一。

本方案的监测措施主要为土地损毁监测和复垦效果监测，以此来验证、完善沉陷预测与复垦措施，从而保证复垦目标的实现。管护措施是复垦工程的最后程序，主要包括林地管护和草地管护。

（一）目标任务

为保证实施植被恢复的复垦单元的新植被有较高的成活率，针对受沉陷影响的土地实施土地损毁监测方案；针对复垦责任范围内的复垦后的土地等实施复垦效果监测方案；针对复垦后的复垦单元进行管护，确定的复垦监测与管护时间为 3 年。

（二）工程措施

1、土地复垦监测规划

（1）地貌监测

1）原始地形信息。采矿引起了地形变化，而且采矿的进行是不断变化的，为了更好地与原始地形进行对比，需要在开采前对原始地形进行检测。

2）土地利用状况。要保留原始的土地利用状况信息，以便对后期的变化进行追踪对比研究。主要是土地利用数据。

3）土壤信息。包括土壤类型，以及土壤的各种理化性质等信息。

4）耕地权属信息。采集复垦区占用的耕地和地籍信息，为占补平衡提供依据。

（2）土地损毁监测

对塌陷、压占等土地损毁的情况进行监测。

1）监测方法：采用水准测量对地表移动进行测量，利用 1980 年黄海高程系，作业前对仪器和标尺进行检查和测定。测量采用中丝法读数，直读数据，观测采用后-后-前-前顺序，精度达到三等，观测中误差≤25mm/km。

2）水准基准点的布设和建立：水准基准点是进行地面变形监测的起算基准点。设计在矿区外部的公路上设—两个水准基准点，采用二等水准基准测定其高程，对控制点应定期检测其稳定性。

3）地表变形基准点的布置：沉陷区内设置观测点，变形观测点与基准点构成沉降监测网，按四等水准测量的要求进行测量。

4）监测人员及频率：委托有资质的单位专业人员及时监测。水准基准点监测频率为两个月一次，土地损毁监测频率为两个月一次；土地损毁监测点监测频率为每月一次。观测记录要准确可靠，并及时整理观测资料，并与预测结果进行对比分析。

（3）复垦效果监测

复垦效果监测主要包括土壤质量监测、复垦植被监测和土地复垦配套设施监测。

①土壤质量监测

土壤质量监测适用于沉陷区内耕地、林地复垦单元。

监测方案：土壤质量监测贯穿土地复垦措施实施的全过程，主要包括复垦区地形坡度、有效土层厚度、土壤有效水分、土壤容重、酸碱度（pH）等；本方案设计监测土壤质量监测点，分布于复垦为耕地、林地的复垦单元内；监测频次为每年 1 次，监测方案具体见表 5.7-1。

表 5.7-1　复垦土壤质量监测方案表

监测内容	监测频次（次·年$^{-1}$）	样点持续监测时间（年）	监测方法
地形坡度	1	3	
有效土层厚度	1	3	地测法
土壤容重	1	3	环刀法
土壤质地	1	3	比重计法
PH 值	1	3	混合指示剂比色法
有机质	1	3	重铬酸钾容重法
全氮	1	3	重铬酸钾容—硫酸消化法
有机磷	1	3	硫酸—高氯酸消煮法
有效钾	1	3	NaOH 溶融—火焰光度计法
土壤盐分含量	1	3	电导法，残渣烘干法

②复垦植被监测

复垦植被监测适用于沉陷区内林地、草地复垦单元。

监测方案：复垦植被监测内容为植物生长势、高度、种植密度、成活率、郁闭度、生长量等。郁闭度的监测采用树冠投影法。在大面积的绿化区域内典型地块内选定 2m×2m 的标准地，进行典型监测，在行道树等单行、双行种植树木的区域选定 1m×5m 的方格，测量每株树木在方格中的位置，用皮尺和罗盘测定每株树冠东西、南北方向的投影长度，再按实际形状在方格纸上按一定比例尺勾绘出树冠投影，在图上求出林冠投影面积和标准地面积，即可计算林地郁闭度。在复垦规划的服务年限内，每年监测 1 次，复垦工程竣工后每三年监测 1 次，具体方案见表 5.7-2。

表 5.7-2　复垦植被恢复监测方案表

监测内容	监测频次（次·年$^{-1}$）	样点持续监测时间（年）
成活率	1	3
郁闭度	1	3
单位面积蓄积量	1	3

③复垦配套设施监测

监测方案：复垦配套设施监测主要包括田间道路、生产路工程。监测贯穿土地复垦措施实施的全过程，监测内容主要包括各项新建配套设施是否齐全、能否保证有效利用，以及损毁的辅助设施是否修复，能否满足当地居民的生产生活需要等。本方案复垦配套设施监测频次为每年 1 次，监测要定时安排人员巡查，在雨季要安排人员专门检查，监测方案见表 5.7-3。

表 5.7-3　复垦配套设施监测方案表

监测内容	监测频次（次·年$^{-1}$）	样点持续监测时间（年）
田间道路	1	3
生产路	1	3

2、矿区土地复垦监测措施

（1）塌陷区耕地复垦区监测措施

主要是对土地损毁情况、土壤质量、农田防护林状况、灌溉水渠、田间道和生产路进行监测。土地损毁情况监测采取建立地表沉陷观测系统及实地踏勘记录的方式；土壤质量监测采用现场取样化验的方式；植被生长监测、田间道和生产路主要采用踏勘记录的方式。

（2）塌陷区林地复垦区监测措施

主要是对土地损毁情况、林地生长状况进行监测。土地损毁情况监测采取建立地表沉陷观测系统及实地踏勘记录的方式；植被生长监测主要采用踏勘记录的方式。

（3）塌陷区草地复垦区监测措施

主要是对土地损毁情况、草地生长状况进行检测。土地损毁情况监测采取建立地表沉陷观测系统及实地踏勘记录的方式；植被生长监测主要采用踏勘记录的方式。

（4）工业场地及炸药库复垦区监测措施

主要是对土地损毁情况、土壤质量生产路进行监测。土地损毁情况监测主要采取建立地表沉陷观测系统及实地踏勘记录的方式；土壤质量监测采用现场取样化验的方式；生产路主要采用踏勘记录的方式。

（5）排矸场复垦区监测措施

主要是对土地损毁情况、土壤质量和周边植被生长情况进行监测。土地损毁情况监测主要采取建立地表沉陷观测系统及实地踏勘记录的方式；土壤质量监测采用现场取样化验的方式。

3、土地复垦管护措施

（1）耕地管护

复垦耕地管护的目标是苗全、苗壮，主要包括破除土表板结，间苗、补苗和定苗，中耕与培土、灌溉与施肥、病虫害与杂草管理及越冬与返青期管护。

中耕通常要进行 3~4 次，第 1 次在定苗前，第 2 次在定苗后，第 3 次在拔节前，第 4 次在拔节后。中耕的深度一般为 3~10cm。具体作业措施为犁地和锄地。锄地通常为人工操作，犁地借助于畜力或机械力。

（2）林地管护

1）水分管理

苗木栽植后，可通过植树带内植树行间和行内的锄草松土，防止幼树成长期干旱灾害。在保苗期和干旱、高温季节，要注意浇水，可采用多次少量的方式，一般春季 2~3 次，秋季 3~5 次，夏季降水较多可适当减少浇水次数，主要保证林草不受损，冬季在上冻前普遍灌足越冬水。浇水 1~2 天后必须检查有无缝隙、塌陷现象，一旦发现应及时培土踏实。采用机械拉运水，喷洒浇灌的方式对植被进行浇水灌溉，苗木浇灌所需水可利用矿坑排水，水质水量均能满足管护用水要求。

2）修枝与剪伐

修枝是调节林木内部营养的重要手段，通过修剪促进主干生长，减少枝叶水分与养分的消耗，提高林木的干材质量。剪伐可以增加通风透光、减少水分消耗。修枝间伐是木本植物生长过程中必不可少的抚育措施。

3）林木病虫害防治

对于林带中出现各类树木的病、虫、害等要及时进行管护。对于病株要及时砍伐防治扩散，对于虫害要及时地施用药品来控制虫害的发生。要定期对林草病虫害及缺肥症状进行观察、记录，一旦发现，立即采取喷药或施肥等相应措施进行防治。同时做好林木抚育，搞好护林防火等工作。

（3）草地管护

1）破除土表板结

草籽在播种后出苗前，如遇雨，特别是中到大雨，然后连续晴天，土表蒸发失水后经常会形成板结层，妨碍种子顶土出苗，如不采取处理措施，严重时可能造成缺苗。

可轻度耙地破除板结，亦可采取灌溉措施破除板结。

2）间苗、补苗与定苗

出苗后发现缺苗严重时，须采取补钟或移栽等措施补苗。为加速出苗，补种可进行浸种催芽，补苗时须保证土壤水分充足。当出苗密度过大时，需要进行间苗，间苗的原则是保证全苗、去弱留壮。

3）灌溉与施肥

草本植物在苗期根系不够发达，遇旱则严重影响生长发育，所以在保苗期和干旱、高温季节要注意灌溉。草本植物在苗期对肥力的需求量不多，一般不需要施肥，当出现明显的缺素症状时，应及时追肥。

4）病虫害与杂草管理

病虫草害是草地建植与管理的大敌。多年生草种苗期生长缓慢，极易遭受病虫草害的侵袭，因此，苗期须十分重视病虫害与杂草控制。

5）越冬与返青期管护

越冬与返青期管护可采取以下管护措施：一是冬前最后一次刈割应避开秋季割敏感期，因为敏感期内草根、根茎、茎基等营养物质贮藏器官中贮藏的营养物质较少，不利于安全越冬和第二年返青生长；二是冬前最后一次割留茬宜高，至少在 5cm 以上；三是冬前施用草木灰、马粪等，有助于牧草安全越冬；四是返青期禁牧，否则将导致草地退化，严重影响产草量。

（三）工程设计

监测措施包括土地损毁监测、土壤质量监测和土地复垦效果监测。

1、土地损毁监测

该项工作可委托具有资质的单位，土地损毁监测可采用 DNA3 型水准仪和 GPS 进行监测，技术等级为二等。观测的步骤和工作内容如下:

（1）水准基准点的布置和建立

水准基准点是进行地面沉降观测的起算基准点，拟在矿区外适当距离设置 1 个水准基准点，采用二等水准准确测定其高程，对控制点应定期监测其稳定性。

（2）土地损毁监测点的布置

在采矿证区域布设土地损毁监测点48个，基准点5个，共计53个，监测点设置要稳固，便于长期保存。监测点与基准点构成沉降监测网，按二等水准测量的要求进行测量。方案的起始时间为拟损毁区域煤炭开采前进行首次观测，采煤期间每月观测一次，采煤完成后第一年2个月/次，第二年3个月/次直至达到稳沉观测结束。

（3）观测技术要求

1）基本要求

为保证测量的准确性，观测之前对所使用仪器按规范要求进行检验校正，观测按照采用相同的观测路线、使用同一仪器和水准尺、固定观测人员、在基本相同的工作环境和条件下进行观测。

2）测量精度及方法

按规范中二等水准测量技术要求施测，观测时先后视水准基点，接着依次前视各变形监测点，最后再次后视该水准基点，两次后视读数之差不应超过±1mm。另外，沉降观测的水准路线（从一个水准基点到另一个水准基点）应为闭合水准路线。

3）平面位移监测

在水准测量的同时，利用GPS对各变形监测点的坐标进行测量。

（4）监测数据处理与成果分析

1）整理原始记录

每次观测结束后，应检查记录的数据和计算是否正确，精度是否合格，然后，调整高差闭合差，推算出各变形监测点的高程。

2）计算各变形监测点的本期沉降量

变形监测点的本期沉降量=本次观测所得的实测标高－上次观测所得的实测标高，变形监测点的总沉降量=本期沉降量+上次本期沉降量。

3）计算平面位移及位移方向和空间位移量

一般提交以下资料：观测点平面布置图；观测点位移成果表；观测点位移矢量图。

2、土壤质量监测

本方案设计对生产区内运煤场以及排矸场周边土壤情况进行质量监测，定期监测土壤质量情况。样品由测试资质单位分析，测试项目为PH、有机质等。为使所采集的

样品对所研究的对象具有较好的代表性，样品采集采用等量混合法采集。监测点数总共为 6 个，监测频率为 1 次/年。

3、土地复垦效果监测

土地复垦效果监测是对土地复垦区域内复垦前后的土地利用状况的动态变化进行定期或不定期的监测管理，其目的在于获取准确的土地复垦后利用变化情况，检验土地复垦成果以及建设过程中遭到破坏的土地是否得到了“边损毁、边复垦”，是否达到土地复垦方案提出的目标和国家规定的标准，判断项目复垦工程技术合理性，及时对土地复垦工程进行修改或完善。本项目的土地复垦效果监测，指对复垦区的各类用地面积的变化、水利设施等配套工程的建设情况、复垦区土壤属性等的变化情况，重点是土壤质量、植被和配套设施。

（1）监测对象

沉陷损毁区域内复垦后的耕地、园地、林地、草地。

（2）监测时间和频率

对各复垦单元，在复垦工程完成后进行初次监测，复垦工程完成满 1a 后进行第二次监测，满 2a 后进行第三次监测，每个复垦单元连续监测 3a。

（3）监测内容

针对耕地、园地、林地、草地的土壤质量的监测内容如下：

地面坡度、有效土层厚度、pH 值、有机质、速效钾、土壤表层盐分含量。

（4）监测方法

由矿方出资委托有资质的专业土壤化验机构进行，采样监督人员为当地村民。

（四）主要工程量

监测及管护措施工程量按监测时段、监测人工和监测次数计算。土地复垦监测工程量见表 5.7-4，管护工程量见表 5.7-5。

表 5.7-4　土地复垦监测工程量表

复垦单元	一级项目	二级项目	三级项目	监测频次（次/年）	监测点个数（个）	每个监测持续时间（年）	工程量（次）
耕地复垦单元	监测与管护工程	监测工程	土地损毁监测	12	41	6	2976
			土壤质量检测	1	14	6	84

复垦单元	一级项目	二级项目	三级项目	监测频次（次/年）	监测点个数（个）	每个监测持续时间（年）	工程量（次）
			复垦效果监测	6	12	6	432
		管护工程	复垦成果管护（hm^2）	14.48			
			管护期满后移交当地土地权属单位或相关政府部门				
林地复垦单元	监测与管护工程	监测工程	土地损毁监测	12	56	6	4032
			复垦效果监测	6	24	6	864
		管护工程	植被抚育和场地管理（hm^2）	54.59			
草地复垦单元	监测与管护工程	监测工程	土地损毁监测	6	88	6	3168
			复垦效果监测	3	13	6	240
		管护工程	植被抚育和场地管理（hm^2）	27.54			

第六章　矿山地质环境治理与土地复垦工作部署

一、总体工作部署

（1）以“谁开发，谁保护，谁破坏，谁治理”为原则，在广泛收集资料及现场踏勘的基础上，利用已有的相关经验，结合本工程的特点，合理界定地质环境保护与土地复垦责任范围。

（2）坚持本方案设计符合府谷县和亿隆煤矿的发展规划、土地总体利用规划、环境影响规划及水土保持规划的要求。

（3）本方案结合工程开发建设的特点，并根据当地的自然、社会环境及地质环境现状，因地制宜的布设各项防治措施，建立技术先进、经济合理，适用可靠、效果显著的矿山地质环境治理与土地复垦体系。

（4）注重生态保护、预防优先、优化施工组织设计，先保护后挖填，先拦挡后弃渣，地质环境保护与恢复治理措施与主体工程建设运营同步。优先考虑植物措施，工程措施与植物措施相结合。

（5）坚持矿山开发和地质环境保护与土地复垦并重的原则，开发与保护治理同等重要。通过地质环境保护与土地复垦，保护自然生态环境。

（6）坚持从实际出发的原则。本项目各项地质环境保护与土地复垦治理规划布设应从工程实际出发，因地制宜，因害设防，力求定性准确，定量合理，使本项目地质

环境保护与恢复治理方案具有较强的针对性和可操作性。

（7）项目必须做好地质环境保护与土地复垦招投标和监理工作，保证工程质量。做好地质环境保护与土地复垦监测管理，确保项目达到地质环境保护与恢复治理效益。

二、阶段实施计划

根据《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》和本方案服务年限，矿山地质环境治理与土地复垦分为近期5年（2025年－2029年），中后期6年（2030年－2035年）二个阶段，采取近细远粗的原则部署治理及复垦措施。本方案针对矿山地质环境治理提出了实施计划，内容如下：分阶段矿山地质环境保护与土地复垦工作安排详见下表6.2-1。

表6.2-1　工作分阶段实施计划

阶段	地质环境问题	防治对象	防治工程
近期（2025年~2029年）	不稳定地质体	不稳定地质体BT01	坡面整理+被动防护网+警示牌
		不稳定地质体BT02	坡面整理+被动防护网+警示牌
		不稳定地质体BT03	炸药库拆除+土地复垦
		进矿道路修复工程	路面拆除+路基处理+铺筑路面基层+新建路面面层+修建排水沟+路灯拆除新建+波形护栏
		三道沟供水工程	管道敷设+检查井建设+蓄水池
		地面塌陷区	警示牌+监测
		通村道路修复工程	路基压实+泥结石碎石路面
		监测点	布设并实施监测点D1~D8
	含水层	监测井	新建S1、S2含水层监测井进行监测
		含水层恢复	自然恢复为主，实时监测
	土地资源	沉陷区耕地复垦工程	填堵裂缝+土壤剥覆+平整工程
		沉陷区林地复垦工程	生态修复+化学复垦
		沉陷区草地复垦工程	生态修复+化学复垦
		炸药库复垦工程	建筑物拆除+客土覆土+土地平整+土壤培肥+植被恢复
		排矸场复垦工程	客土回覆+土地平整+土地翻耕+土壤培肥+植被恢复；
		地面变形监测	布设并实施监测点G1~G38
		水环境监测	布设并实施水环境监测点W1~W4
		土环境监测	布设并实施土环境监测点Q1~Q3
		矿区土地复垦监测和管护	监测和管护
	地形地貌景观	全井田	人工巡查+遥感解译
中后期（2029	不稳定地质体	井筒封闭	封闭
		地面塌陷区	监测警示

阶段	地质环境问题	防治对象	防治工程
年~2035年）		监测点	监测点 D1~D8
	含水层	监测井	自然恢复为主，实时监测（S1~S2）
	土地资源	工业场地复垦工程	建筑物拆除+客土覆土+土地平整+土地翻耕+田埂修筑+土壤培肥+配套道路工程
		搬迁农村宅基地复垦工程	建筑物拆除+混凝土拆除+垃圾清理+土地平整工程+表土覆土工程+土地翻耕+土壤培肥
		地面变形监测	监测点 G1~G38
		水环境监测	水环境监测点 W1~W4
		土环境监测	土环境监测点 Q1~Q3
		矿区土地复垦监测和管护	监测和管护
	地形地貌景观	全井田	人工巡查+遥感解译

三、近期年度工程安排

针对方案适用期提出方案适用期年度实施计划，近期各年度矿山地质环境治理与土地复垦工作内容如下（各年度部署工程见表 6.3-1，近期矿山地质环境治理工程量见表 6.3-2，近期土地复垦工程量安排见表 6.3-3）：

表 6.3-1　近期各年度部署工程见表

年度	矿山地质环境治理措施及工程量	土地复垦措施及工程量
第一年	①对三道沟村供水工程进行修复，采用管道敷设、检查井建设、修建水塔、附属工程等；②对不稳定地质体 BT01、BT02 进行治理，采用坡面整理、被动防护网、警示牌。对 BT03 采取建筑物拆除；③对进矿道路工程治理，治理长度 1.9km，采用硬化路面拆除、路基开挖、模板安装、基层铺设、面层铺设、修建排水渠、修建护栏、修建路灯；④地质灾害监测工程布设 GNSS 监测系统 8 套；⑤地面塌陷监测工程布设 GNSS 监测系统 11 套；⑥布设 S1-S2 监测井监测设施，水位监测 4 次、取样 4 组、水质检测 4 次；⑦布设 W1~W4 水环境监测点 Q1~Q3 土环境监测点，水质监测 4 次、取样 4 组、全分析 4 次，土质监测 3 次、取样 3 组、全分析 3 次：⑧无人机遥感影像航拍 0.95km^2、构建三维模型 0.95km^2、地形地貌景观数据处理分析 1 次、购买高精度卫星遥感数据 20.5km^2、卫星遥感监测数据解译 20.5km^2、土	①对 122、123 盘区进行裂缝填充；②对炸药库进行拆除复垦，废弃建筑拆除 1485m^3、复垦面积 0.1132hm^2；③对排矸场进行复垦,复垦面积 2.8hm^2、栽植紫穗槐 7033 株、撒播草籽 2.8hm^2；④对采空区已损毁区域耕地、林地、草地进行复垦；⑤监测并记录开采区基础信息；⑥耕地土地损毁监测 566 次、土壤质量检测 15 次、复垦效果监测 79 次、复垦成果管护 19.46hm^2；⑦林地土地损毁监测 707 次、复垦效果监测 152 次、复垦成果管护 50.23hm^2；⑧草土地损毁监测 583 次、复垦效果监测 45 次、复垦成果管护 37.01hm^2。

年度	矿山地质环境治理措施及工程量	土地复垦措施及工程量
	地损毁与复垦、土地复垦质量、植被生态等分析 1 次、分析总结报告 1 次、人工巡查 14 次。	
第二年	①对 123 盘区开采区树立警示牌；②在 13103-13204 工作面布设地面变形监测点 G12~G20 地面塌陷自动化监测设备 9 套；③以自然修复为主，辅以实时监测，对已设置的 S1~S2 含水层监测井进行监测，水位监测 2 次、取样 2 组、水质检测 2 次；④对已布设的 W1~W4 水环境监测点，Q1~Q3 土环境监测井进行监测，水质监测 8 次、取样 8 组、全分析 8 次，土质监测 1 次、取样 1 组、全分析 1 次；⑤对已布设的地质灾害监测点及含水层监测点继续按工程设计监测；⑥无人机遥感影像航拍 1.25km²、构建三维模型 1.25km²、地形地貌景观数据处理分析 1 次、购买高精度卫星遥感数据 25.5km²、卫星遥感监测数据解译 25.5km²、土地损毁与复垦、土地复垦质量、植被生态等分析 1 次、分析总结报告 1 次、人工巡查 12 次。	①对采空区已损毁区域耕地、林地、草地进行复垦；②耕地复垦面积 26.93hm²，采用裂缝填堵土方、表土剥离工程、表土覆土工程、土地平整工程、土地翻耕工程、田埂修筑工程、土壤培肥、配套机耕道路工程；③林地采用穴状整地、栽植油松、栽植紫穗槐；④草地采用撒播草籽 49.33hm²；⑤耕地土地损毁监测 234 次、土壤质量检测 6 次、复垦效果监测 33 次、复垦成果管护 8.02hm²；⑥林地土地损毁监测 284 次、复垦效果监测 61 次、复垦成果管护 20.18hm²；⑦草土地损毁监测 241 次、复垦效果监测 19 次、复垦成果管护 15.26hm²。
第三年	①在 122 盘区开采区树立警示牌；②在 13201-13202 工作面布设地面变形监测点 G21~G28 地面塌陷自动化监测设备 9 套；③以自然修复为主，辅以实时监测，对已设置的 S1~S2 含水层监测井进行监测，水位监测 2 次、取样 2 组、水质检测 2 次；④对已布设的 W1~W4 水环境监测点，Q1~Q3 土环境监测井进行监测，水质监测 8 次、取样 8 组、全分析 8 次，土质监测 1 次、取样 1 组、全分析 1 次；⑤对已布设的地质灾害监测点及含水层监测点继续按工程设计监测；⑥无人机遥感影像航拍 1.35km²、构建三维模型 1.35km²、地形地貌景观数据处理分析 1 次、购买高精度卫星遥感数据 27.00km²、卫星遥感监测数据解译 27.00km²、土地损毁与复垦、土地复垦质量、植被生态等分析 1 次、分析总结报告 1 次、人工巡查 12 次。	①对 131 盘区（13101-13104 工作面）沉陷损毁区进行复垦；②耕地复垦面积 31.77hm²，采用裂缝填堵土方、表土剥离工程、表土覆土工程、土地平整工程、土地翻耕工程、田埂修筑工程、土壤培肥、配套机耕道路工程；③林地采用穴状整地、栽植油松、栽植紫穗槐；④草地采用撒播草籽 63.54hm²；⑤耕地土地损毁监测 335 次、土壤质量检测 9 次、复垦效果监测 47 次、复垦成果管护 11.52hm²；⑥林地土地损毁监测 470 次、复垦效果监测 101 次、复垦成果管护 33.34hm²；⑦草土地损毁监测 345 次、复垦效果监测 27 次、复垦成果管护 21.90hm²。
第四年	①在 131 盘区（13101-13104）工作面开采区树立警示牌。②在 13203-13205 工作面布设地面变形监测点 G29~G38 地面塌陷自动化监测设备 10 套；③以自然修复为主，辅以实时监测，	①对 132（13201-13203）工作面沉陷损毁区进行复垦；②耕地复垦面积 34.76hm²，采用裂缝填堵土方、表土剥离工程、表土覆土工程、土地平整工程、

年度	矿山地质环境治理措施及工程量	土地复垦措施及工程量
	对已设置的S1~S2含水层监测井进行监测，水位监测2次、取样2组、水质检测2次；④对已布设的W1~W4水环境监测点，Q1~Q3土环境监测井进行监测，水质监测4次、取样4组、全分析4次，土质监测1次、取样1组、全分析1次；⑤对已布设的地质灾害监测点及含水层监测点继续按工程设计监测；⑥无人机遥感影像航拍0.90km²、构建三维模型0.90km²、地形地貌景观数据处理分析1次、购买高精度卫星遥感数据23.30km²、卫星遥感监测数据解译23.30km²、土地损毁与复垦、土地复垦质量、植被生态等分析1次、分析总结报告1次、人工巡查12次。	土地翻耕工程、田埂修筑工程、土壤培肥、配套机耕道路工程；③林地采用穴状整地、栽植油松、栽植紫穗槐；④草地采用撒播草籽63.58hm²；⑤耕地土地损毁监测432次、土壤质量检测12次、复垦效果监测60次、复垦成果管护14.85hm²；⑥林地土地损毁监测576次、复垦效果监测122次、复垦成果管护40.89hm²；⑦草土地损毁监测445次、复垦效果监测34次、复垦成果管护28.25hm²。
第五年	①通村道路修复工程，采用表层路面清理、路基开挖、路基土外运、路基处理、泥结石碎石路面；②在132盘区树立警示牌；③以自然修复为主，辅以实时监测，对已设置的S1~S2含水层监测井进行监测，水位监测2次、取样2组、水质检测2次；④对已布设的W1~W4水环境监测点，Q1~Q3土环境监测井进行监测，水质监测4次、取样4组、全分析4次，土质监测1次、取样1组、全分析1次；⑤对已布设的地质灾害监测点及含水层监测点继续按工程设计监测；⑥无人机遥感影像航拍0.65km²、构建三维模型0.65km²、地形地貌景观数据处理分析1次、购买高精度卫星遥感数据21.05km²、卫星遥感监测数据解译21.05km²、土地损毁与复垦、土地复垦质量、植被生态等分析1次、分析总结报告1次、人工巡查12次。	①对132盘区（13204-13205工作面）沉陷损毁区进行复垦；②耕地土地损毁监测400次、土壤质量检测11次、复垦效果监测56次、复垦成果管护14.87hm²；③林地土地损毁监测524次、复垦效果监测112次、复垦成果管护40.95hm²；④草土地损毁监测412次、复垦效果监测32次、复垦成果管护28.28hm²。

（二）近期治理内容

1、矿山地质环境治理

根据矿山环境恢复治理工程具体安排，近期矿山环境恢复治理及监测工程量见表6.3-2。

表 6.3-2　近期各年度矿山地质环境恢复治理及监测工程量

序号	项目名称	计量单位	工程量
1	**第一年**		
1.1	**B5 崩塌治理工程**		
1.1.1	坡面整理	㎡	3750
1.1.2	被动防护网	㎡	540
1.1.3	警示牌	个	1
1.2	**B10 崩塌治理工程**		
1.2.1	坡面整理	㎡	6090
1.2.2	被动防护网	㎡	1130
1.2.3	警示牌	个	2
1.4	**进矿道路修复工程**		
1.4.1	硬化路面拆除	m³	5412
1.4.2	路基开挖	m³	6842
1.4.3	路基土外运	m³	6842
1.4.4	模板安装	㎡	1505
1.4.5	基层 30cm 三七灰土	m³	3000
1.4.6	面层 20cmC30 混凝土	m³	5380
1.4.7	排水渠		
1.4.7.1	土方开挖	m³	1324.5
1.4.7.2	土方外运	m³	1324.5
1.4.7.3	三七灰土垫层	m³	397.35
1.4.7.4	模板安装	㎡	1655.63
1.4.7.5	C20 混凝土	m³	596.03
1.4.8	波型护栏	m	1655
1.4.9	路灯	个	55
1.5	三道沟供水工程		

序号	项目名称	计量单位	工程量
1.5.1	管道敷设		
1.5.2	沟槽开挖	m³	8466.75
1.5.3	铺筑砂砾层	m³	677.34
1.5.4	素土回填	m³	7789.41
1.5.5	PE 管铺设（内径 50mm）	m	4515.6
1.5.6	检查井建设		
1.5.6.1	井口开挖	m³	13.58
1.5.6.2	3：7 灰土垫层	m³	2.7
1.5.6.3	井壁砌筑	m³	7.2
1.5.6.4	模板安装	㎡	226.08
1.5.6.5	C25 砼底板浇筑	m³	2.7
1.5.6.6	球墨井盖安装	个	4
1.5.7	三通安装	套	4
1.5.7.1	水塔 50m3		
1.5.7.2	基坑开挖	m³	100
1.5.7.3	钢筋绑扎	t	0.31
1.5.7.4	C25 混凝土底板、侧壁、顶板浇筑	m³	25.6
1.5.7.5	附属工程	套	1.06
1.6	**地面塌陷区警示**	**个**	**2**
1.7	**监测工程**		
1.7.1	不稳定地质体监测		
1.7.1.1	自动化监测设备安装	套	8
1.7.1.2	自动化监测设备维护	套/年	2
1.7.2	地面塌陷监测		
1.7.2.1	自动化监测设备安装	套	11
1.7.2.2	自动化监测设备维护	套/年	11
1.7.3	含水层监测工程		
1.7.3.1	含水层监测		2
1.7.3.2	监测点布置	个	2
1.7.3.3	含水层水位监测	点次	4
1.7.3.4	取样	组	4
1.7.3.5	含水层水质监测	点次	4
1.7.4	水土环境监测工程		

序号	项目名称	计量单位	工程量
1.7.4.1	监测点布置	个	4
1.7.4.2	水质监测	点次	4
1.7.4.3	水样取样	组	4
1.7.4.4	水质环境全分析	次	4
1.7.4.5	监测点布置	个	3
1.7.4.6	土环境监测	点次	3
1.7.4.7	土样取样	组	3
1.7.4.8	土质分析	次	3
1.7.5	地形地貌景观监测工程		
1.7.5.1	无人机遥感影像航拍	km2	0.95
1.7.5.2	构建三维模型	km2	0.95
1.7.5.3	地形地貌景观数据处理分析	次	1
1.7.5.5	购买高精度卫星遥感数据	km2	20.5
1.7.5.6	卫星遥感监测数据解译	km2	20.5
1.7.5.7	土地损毁与复垦、土地复垦质量、植被生态等分析	次	1
1.7.5.8	分析总结报告	次	1
1.7.5.9	人工巡查	次	14
2	**第二年**		
2.1	**地面塌陷区警示**	**个**	**3**
2.2	**监测工程**		
2.2.1	不稳定地质体监测		
2.2.1.1	自动化监测设备维护	套/年	2
2.2.2	地面塌陷监测		
2.2.2.1	自动化监测设备安装	套	9
2.2.2.2	自动化监测设备维护	套/年	9
2.2.3	含水层监测工程		
2.3.3.1	含水层水位监测	点次	2
2.3.3.2	取样	组	2
2.3.3.4	含水层水质监测	点次	2
2.3.4	水土环境监测工程		
2.3.4.1	水质监测	点次	8

序号	项目名称	计量单位	工程量
2.3.4.2	水样取样	组	8
2.3.4.3	水质环境全分析	次	8
2.3.4.4	土环境监测	点次	1
2.3.4.5	土样取样	组	1
2.3.4.6	土质分析	次	1
1.7.5	地形地貌景观监测工程		
1.7.5.1	无人机遥感影像航拍	km^2	1.25
1.7.5.2	构建三维模型	km^2	1.25
1.7.5.3	地形地貌景观数据处理分析	次	1
1.7.5.5	购买高精度卫星遥感数据	km^2	25.5
1.7.5.6	卫星遥感监测数据解译	km^2	25.5
1.7.5.7	土地损毁与复垦、土地复垦质量、植被生态等分析	次	1
1.7.5.8	分析总结报告	次	1
1.7.5.9	人工巡查	次	12
3	**第三年**		
3.1	**地面塌陷区警示**	**个**	**3**
3.2	**监测工程**		
3.3.1	不稳定地质体监测		
3.3.1.1	自动化监测设备维护	套/年	2
3.3.2	地面塌陷监测		
3.3.2.1	自动化监测设备安装	套	8
3.3.2.2	自动化监测设备维护	套/年	8
3.3.3	含水层监测工程		
3.3.3.1	含水层水位监测	点次	2
3.3.3.2	取样	组	2
3.3.3.4	含水层水质监测	点次	2
3.3.4	水土环境监测工程		
3.3.4.1	水质监测	点次	8
3.3.4.2	水样取样	组	8
3.3.4.3	水质环境全分析	次	8
3.3.4.4	土环境监测	点次	1
3.3.4.5	土样取样	组	1

序号	项目名称	计量单位	工程量
3.3.4.6	土质分析	次	1
3.3.5	地形地貌景观监测工程		
3.3.5.1	无人机遥感影像航拍	km^2	1.35
3.3.5.2	构建三维模型	km^2	1.35
3.3.5.3	地形地貌景观数据处理分析	次	1
3.3.5.4	购买高精度卫星遥感数据	km^2	27.
3.3.5.5	卫星遥感监测数据解译	km^2	27.
3.3.5.6	土地损毁与复垦、土地复垦质量、植被生态等分析	次	1
3.3.5.7	分析总结报告	次	1
3.3.5.8	人工巡查	次	12
4	**第四年**		
4.1	**地面塌陷区警示**	**个**	**3**
4.2	**监测工程**		
4.2.1	不稳定地质体监测		
4.2.1.1	自动化监测设备维护	套/年	2
4.2.2	地面塌陷监测		
4.2.2.1	自动化监测设备安装	套	10
4.2.2.2	自动化监测设备维护	套/年	10
4.2.3	含水层监测工程		
4.2.3.1	含水层水位监测	点次	2
4.2.3.2	取样	组	2
4.2.3.3	含水层水质监测	点次	2
4.2.4	水土环境监测工程		
4.2.4.1	水质监测	点次	4
4.2.4.2	水样取样	组	4
4.2.4.3	水质环境全分析	次	4
4.2.4.4	土环境监测	点次	1
4.2.4.5	土样取样	组	1
4.2.4.6	土质分析	次	1
4.2.5	地形地貌景观监测工程		
4.2.5.1	无人机遥感影像航拍	km^2	0.9
4.2.5.2	构建三维模型	km^2	0.9

序号	项目名称	计量单位	工程量
4.2.5.3	地形地貌景观数据处理分析	次	1
4.2.5.4	购买高精度卫星遥感数据	km^2	23.3
4.2.5.5	卫星遥感监测数据解译	km^2	23.3
4.2.5.6	土地损毁与复垦、土地复垦质量、植被生态等分析	次	1
4.2.5.7	分析总结报告	次	1
4.2.5.8	人工巡查	次	12
5	**第五年**		
5.1	通村道路修复		
5.1.1	表层路面清理	m^3	2316.43
5.1.2	路基开挖	m^3	7721.43
5.1.3	路基土外运	㎡	7721.43
5.1.4	路基处理	㎡	6177.14
5.1.5	泥结石碎石路面	㎡	1544.29
5.2	**地面塌陷区警示**	**个**	**3**
5.3	**监测工程**		
5.4.3	含水层监测工程		
5.4.3.1	含水层水位监测	点次	1
5.4.3.2	取样	组	1
5.4.3.3	含水层水质监测	点次	1
5.4.4	水土环境监测工程		
5.4.4.1	水质监测	点次	4
5.4.4.2	水样取样	组	4
5.4.4.3	水质环境全分析	次	4
5.4.4.4	土环境监测	点次	1
5.4.4.5	土样取样	组	1
5.4.4.6	土质分析	次	1
5.4.5	地形地貌景观监测工程		
5.4.5.1	无人机遥感影像航拍	km^2	0.65
5.4.5.2	构建三维模型	km^2	0.65
5.4.5.3	地形地貌景观数据处理分析	次	1
5.4.5.4	购买高精度卫星遥感数据	km^2	21.05
5.4.5.5	卫星遥感监测数据解译	km^2	21.05

序号	项目名称	计量单位	工程量
5.4.5.6	土地损毁与复垦、土地复垦质量、植被生态等分析	次	1
5.4.5.7	分析总结报告	次	1
5.4.5.8	人工巡查	次	12

2、土地复垦

根据近期土地损毁情况，对土地复垦工程具体安排，各年度复垦工程量见表 6.3-3。

表 6.3-3　土地复垦近期各年度工程量安排一览表

序号	单项名称	单位	工程量
1	**第一年**		
1.1	**沉陷区耕地复垦工程**		
1.1.1	土壤重构工程		
1.1.1.1	裂缝填堵土方	m³	22726.67
1.1.1.2	表土剥离工程	m³	18678.59
1.1.1.3	表土覆土工程	m³	26543.03
1.1.1.4	土地平整工程	m²	18678.59
1.1.1.5	土地翻耕工程	hm²	50.49
1.1.1.6	田埂修筑工程	m³	1818.29
1.1.2	土壤培肥	hm²	50.49
1.1.3	配套机耕道路工程		
1.1.3.1	路床压实	m²	31904.64
1.1.3.2	路基(20cm 砾石)	m²	42719.01
1.1.3.3	素土路面（20cm）	m²	30292.51
1.2	**沉陷区林地复垦工程**		
1.2.1	栽植油松	株	22860.00
1.2.2	穴状整地（0.5m*0.5m）	个	22860.00
1.2.3	栽植紫穗槐	株	91443.00
1.2.4	穴状整地（0.4m*0.4m）	个	91443.00
1.3	**沉陷区草地复垦工程**		
1.3.1	撒播草籽	hm²	82.74
1.4	**炸药库复垦工程**		
1.4.1	废弃建筑拆除	m³	1485.
1.4.2	清理建筑垃圾	m³	1485.
1.4.3	土地平整工程	m²	1132
1.4.4	客土覆土	m³	3396
1.4.5	穴状整地（0.4m*0.4m）	株	4400
1.4.6	栽植紫穗槐	株	4400

序号	单项名称	单位	工程量
1.4.7	土壤培肥	hm^2	0.1132
1.5	**排矸场复垦工程**		
1.5.1	客土覆土	m^3	24800
1.5.2	土地平整	m^2	16142.8
1.5.3	土地翻耕	hm^2	2.48
1.5.4	土壤培肥	hm^2	2.8
1.5.5	穴状整地（0.3m*0.3m）	个	7033
1.5.6	栽植紫穗槐	株	7033
1.5.7	撒播草籽	hm^2	2.8
1.6	**耕地复垦单元监测管护**		
1.6.1	监测工程		
1.6.1.1	土地损毁监测	次	566
1.6.1.2	土壤质量检测	次	15
1.6.1.3	复垦效果监测	次	79
1.6.2	管护工程		
1.6.2.1	复垦成果管护	hm^2	19.46
1.7	**林地复垦单元监测管护**		
1.7.1	监测工程		
1.7.1.1	土地损毁监测	次	707
1.7.1.2	复垦效果监测	次	152
1.7.2	管护工程		
1.7.2.1	复垦成果管护	hm^2	50.23
1.8	**草地复垦单元监测管护**		
1.8.1	监测工程		
1.8.1.1	土地损毁监测	次	583
1.8.1.2	复垦效果监测	次	45
1.8.2	管护工程		
1.8.2.1	复垦成果管护	hm^2	37.01
2	**第二年**		
2.1	**沉陷区耕地复垦工程**		
2.1.1	土壤重构工程		
2.1.1.1	裂缝填堵土方	m^3	12124.54
2.1.1.2	表土剥离工程	m^3	9964.91
2.1.1.3	表土覆土工程	m^3	14160.54
2.1.1.4	土地平整工程	m^2	9964.91
2.1.1.5	土地翻耕工程	hm^2	26.93
2.1.1.6	田埂修筑工程	m^3	970.05
2.1.2	土壤培肥	hm^2	26.93
2.1.3	配套机耕道路工程		

序号	单项名称	单位	工程量
2.1.3.1	路床压实	m²	22355.86
2.1.3.2	路基(20cm 砾石)	m²	25857.38
2.1.3.3	素土路面（20cm）	m²	16160.86
2.2	**沉陷区林地复垦工程**		
2.2.1	栽植油松	株	10510.00
2.2.2	穴状整地（0.5m*0.5m）	个	10510.00
2.2.3	栽植紫穗槐	株	42037.00
2.2.4	穴状整地（0.4m*0.4m）	个	42037.00
2.3	**沉陷区草地复垦工程**		
2.3.1	撒播草籽	hm²	49.33
2.4	**耕地复垦单元监测管护**		
2.4.1	监测工程		
2.4.1.1	土地损毁监测	次	234
2.4.1.2	土壤质量检测	次	6
2.4.1.3	复垦效果监测	次	33
2.5	管护工程		
2.5.1	复垦成果管护	hm²	8.02
2.6	**林地复垦单元监测管护**		
2.6.1	监测工程		
2.6.1.1	土地损毁监测	次	284
2.6.1.2	复垦效果监测	次	61
2.6.2	管护工程		
2.6.2.2	复垦成果管护	hm²	20.18
2.7	**草地复垦单元监测管护**		
2.7.1	监测工程		
2.7.1.1	土地损毁监测	次	241
2.7.1.2	复垦效果监测	次	19
2.7.2	管护工程		
2.7.2.1	复垦成果管护	hm²	15.26
3	**第三年**		
3.1	**沉陷区耕地复垦工程**		
3.1.1	土壤重构工程		
3.1.1.1	裂缝填堵土方	m³	14302.67
3.1.1.2	表土剥离工程	m³	11755.07
3.1.1.3	表土覆土工程	m³	16704.43
3.1.1.4	土地平整工程	m²	11755.07
3.1.1.5	土地翻耕工程	hm²	31.77
3.1.1.6	田埂修筑工程	m³	1144.31
3.1.2	土壤培肥	hm²	31.77

序号	单项名称	单位	工程量
3.1.3	配套机耕道路工程		
3.1.3.1	路床压实	m²	26372.01
3.1.3.2	路基(20cm 砾石)	m²	30502.57
2.1.3.3	素土路面（20cm）	m²	19064.10
3.2	**沉陷区林地复垦工程**		
3.2.1	栽植油松	株	13553.00
3.2.2	穴状整地（0.5m*0.5m）	个	13553.00
3.2.3	栽植紫穗槐	株	54211.00
3.2.4	穴状整地（0.4m*0.4m）	个	54211.00
3.3	**沉陷区草地复垦工程**		
3.3.1	撒播草籽	hm²	63.54
3.4	**耕地复垦单元监测管护**		
3.4.1	监测工程		
3.4.1.1	土地损毁监测	次	335
3.4.1.2	土壤质量检测	次	9
3.4.1.3	复垦效果监测	次	47
3.4.2	管护工程		
3.4.2.1	复垦成果管护	hm²	11.52
3.5	**林地复垦单元监测管护**		
3.5.1	监测工程		
3.5.1.1	土地损毁监测	次	470
3.5.1.2	复垦效果监测	次	101
3.5.2	管护工程		
3.5.2.1	复垦成果管护	hm²	33.34
3.6	**草地复垦单元监测管护**		
3.6.1	监测工程		
3.6.1.1	土地损毁监测	次	345
3.6.1.2	复垦效果监测	次	27
3.6.2	管护工程		
3.6.2.1	复垦成果管护	hm²	21.90
4	**第四年**		
4.1	**沉陷区耕地复垦工程**		
4.1.1	土壤重构工程		
4.1.1.1	裂缝填堵土方	m³	15646.84
4.1.1.2	表土剥离工程	m³	12859.82
4.1.1.3	表土覆土工程	m³	18274.32
4.1.1.4	土地平整工程	m²	12859.82
4.1.1.5	土地翻耕工程	hm²	34.76
4.1.1.6	田埂修筑工程	m³	1251.86

序号	单项名称	单位	工程量
4.1.2	土壤培肥	hm²	34.76
4.1.3	配套机耕道路工程		0.00
4.1.3.1	路床压实	m²	28850.47
4.1.3.2	路基(20cm 砾石)	m²	33369.21
4.1.3.3	素土路面（20cm）	m²	20855.76
4.2	**沉陷区林地复垦工程**		
4.2.1	栽植油松	株	13566.00
4.2.2	穴状整地（0.5m*0.5m）	个	13566.00
4.2.3	栽植紫穗槐	株	54264.00
4.2.4	穴状整地（0.4m*0.4m）	个	54264.00
4.3	**沉陷区草地复垦工程**		
4.3.1	撒播草籽	hm²	63.58
4.4	**耕地复垦单元监测管护**		
4.4.1	监测工程		
4.4.1.1	土地损毁监测	次	432
4.4.1.2	土壤质量检测	次	12
4.4.1.3	复垦效果监测	次	60
4.4.2	管护工程		
4.4.2.1	复垦成果管护	hm²	14.85
4.5	**林地复垦单元监测管护**		
4.5.1	监测工程		
4.5.1.1	土地损毁监测	次	576
4.5.1.2	复垦效果监测	次	122
4.5.2	管护工程		
4.5.2.1	复垦成果管护	hm²	40.89
4.6	**草地复垦单元监测管护**		
4.6.1	监测工程		
4.6.1.1	土地损毁监测	次	445
4.6.1.2	复垦效果监测	次	34
4.6.2	管护工程		
4.6.2.1	复垦成果管护	hm²	28.25
5	**第五年**		
5.1	**耕地复垦单元监测管护**		
5.1.1	监测工程		
5.1.1.1	土地损毁监测	次	433
5.1.1.2	土壤质量检测	次	12
5.1.1.3	复垦效果监测	次	61
5.1.2	管护工程		
5.1.2.1	复垦成果管护	hm²	14.87

序号	单项名称	单位	工程量
5.2	**林地复垦单元监测管护**		
5.2.1	监测工程		
5.2.1.1	土地损毁监测	次	577
5.2.1.2	复垦效果监测	次	124
5.2.2	管护工程		
5.2.2.1	复垦成果管护	hm^2	40.95
5.3	**草地复垦单元监测管护**		
5.3.1	监测工程		
5.3.1.1	土地损毁监测	次	446
5.3.1.2	复垦效果监测	次	35
5.3.2	管护工程		
5.3.2.1	复垦成果管护	hm^2	28.28

第七章　经费估算与进度安排

一、经费估算依据

（一）估算依据

1、矿山地质环境治理工程经费估算依据

（1）关于《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》《陕西省水利建筑工程概算定额》（2024 年修整）等计价依据的通知，陕水规计发〔2024〕107 号；

（2）《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》，陕水规计发〔2024〕107 号，2024 年 12 月；

（3）《陕西省水利建筑工程概算定额》，陕水规计发〔2024〕107 号，2024 年 12 月；

（4）《陕西省水利工程施工机械台班费定额》，陕水规计发〔2024〕107 号，2024 年 12 月；

（5）府谷县 2025 年 6 月信息价（出自府谷县财政局内部指导价）、《陕西工程造价信息》2025 年第 1 期；

（6）《招标代理服务收费管理暂行办法》（计价格【2002】1980 号）

（7）《测绘生产成本费用定额》（财建【2009】17 号）

（8）《建设工程监理与相关服务收费管理规定》国家发改委、建设部，发改价格【2017】670 号文；

（9）《榆林建设工程材料价格信息》（榆林市建设工程造价管理站，2025 年第 1 期）。

2、土地复垦工程经费估算依据

（1）《土地开发整理项目预算编制规定》《土地开发整理项目预算定额》《土地开发整理项目施工机械台班费定额》（财综【2011】128 号）；

（2）《土地复垦方案编制规程－通则》（TD/T 1031.1-2011）；

（3）《土地复垦方案编制规程-井工煤矿》（TD/T1031.3-2011）；

（4）《土地复垦方案编制规程-建设项目》（TD/T1031.6-2011）；

（5）陕西省住房和城乡建设厅《关于调整房屋建筑和市政基础设施工程工程量清单计价综合人工单价的通知》（陕建发〔2021〕1097 号）

（6）《陕西省土地开发整理项目预算编制办法及费用标准(试行)》（陕国土资资发【2004】22 号）；

（7）《地质调查项目预算标准(2021)》(自然资源部中国地质调查局，2021 年 7 月)；

（8）《关于深化增值税改革有关政策的公告》财政部、税务总局、海关总署公告（2019 年 39 号文）；

（9）《测绘生产成本费用定额》（财建[2009]17 号）；

（10）《水土保持工程概算定额》（水利部水总[2003]67 号文）；

（11）《陕西省环境监测机构开展专业服务收费标准》（陕环计发[1996]128 号）；

（12）《工程勘察设计收费标准》（计价格[2002]10 号）；

（13）《关于印发陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》（陕国土资发〔2024〕1757 号）；

（14）《榆林市 2025 年度生态修复工程苗木指导价格》(榆绿委发【2024】6 号)；

（15）《人力资源社会保障部财政部关于调整艰苦边远地区津贴标准的通知》(人社部规【2018】1 号)；

（16）《人事部、财政部关于印发<完善艰苦边远地区津贴制度实施方案>的通知》(国人部发【2006】61 号)；

（17）《关于增加建设工程扬尘治理专项措施费及综合人工单价调整的通知》(陕建发【2017】270 号)；

（18）《榆林市建设工程材料价格信息》（榆林市建设工程造价管理站，2025 年第 1 期）。

（二）经费来源

根据“谁损毁、谁治理”及“谁开发谁保护、谁破坏谁治理、谁投资谁受益”的原则，本项目矿山地质环境治理与土地复垦经费由亿隆煤矿自筹，从销售费中按规定提取，作为矿山地质环境恢复治理与土地复垦基金，治理工程所需费用从基金列支，计入生产成本。

二、矿山地质环境治理工程经费估算

（一）估算方法

本方案矿山地质环境治理工程费用估算主要采用《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》，由建安工程费、设备费、独立费用及预备费等 4 部分组成，估算费用为静态费用。地质环境监测工程费用估算主要采用《工程勘察设计收费管理规定》及《测绘生产成本费用定额》。

1、费率标准

（1）基础价格

①人工预算单价

人工预算单价根据其费用构成，陕西省劳动力市场价格水平、陕西省人力资源和社会保障部门发布的有关工资标准，结合水利建设实际综合分析确定。根据《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》，陕西省水利工程人工预算单价执行技工 75 元/工日，普工 50 元/工日。

②材料预算价格

按照陕发改投资[2017]1606 号文，材料预算价格中的材料原价、运杂费，运输保险费、采购及保管费等分别按不含相应增值税进项税额的价格计算。材料单价：主要材料价格参照《榆林市建设工程材料价格信息》（榆林市建设工程造价管理站，2025 年第 6 期）中含税市场价取值，次要材料以当地市场调查价为准。其中主要材料如钢材、水泥、砂子、碎石、块石、板材、汽油、柴油以规定价进单价，预算价与规定价之差在计取税金后列入单价中。

③机械费

电价为 0.97 元/kwh，风价为 0.21 元/m^3，水价取费为 5.34 元/m^3。柴油、汽油价按照市场不含税价进机械台班费。

（2）工程单价

建筑工程单价是指以价格形式表示的完成单位工程量所耗用的全部费用，本项目工程单价由直接费、间接费、利润、价差、税金、扩大六部分组成，取费标准如下：

①直接费

是指工程施工过程中直接消耗在建筑及安装工程项目上的活劳动和物化劳动的费

用。由基本直接费、其它直接费组成。

基本直接费包括人工费、材料费、施工机械使用费。材料费及施工机械使用费均不含增值税进项税额的基础单价计算。

其他直接费：包括冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、安全文明施工措施费、小型临时设施摊销费、其他。

其他直接费费率=其他直接费基准费率×工程类别调整系数

其他直接费基准费率=冬雨季施工增加费+夜间施工增加费+安全文明施工措施费+小型临时设施摊销费+其他费率

本项目施工工程为建筑工程，属陕北地区。其他直接费基准费率取 8.0%，工程类别调整系数取 1.0，故其他直接费费率为 8.0%。

工程类别系数及其他直接费费率的文件规定值、使用值相同，无偏差。

②间接费

间接费=直接费（或人工费）×间接费费率间接费费率参照《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》（2017 年）P53 页第 4.2.3.2 条中枢纽工程取值。间接费费率计取标准见表 7-2-2。

表 7-2-2 间接费费率计取标准一览表

序号	工程类别	取费基础	间接费率(%)				
			枢纽工程	引水工程	河道工程	水土保持生态建设工程	其他工程
1	建筑工程	直接费					
1.1	土方工程	直接费	8.5	5	5	3.5	4
1.2	石方工程	直接费	12.5	10.5	8.5	5	6
1.3	砂石备料工程	直接费	5	5	5		
1.4	模板工程	直接费	9.5	7	6	4	5
1.5	混凝土工程	直接费	9.5	8.5	7	4.5	6
1.6	钢筋制作安装工程	直接费	5.5	5	5	5	5
1.7	钻孔灌浆及锚固工程	直接费	10.5	9.5	9.5		9
1.8	疏浚工程	直接费	7.5	7.5	6.5		6
1.9	其他	直接费	10.5	8.5	8.5	4.5	6
2	设备安装工程	人工费	70	70	70	40	60

③利润

是指按规定应计入工程措施及植物措施的利润。按直接费与间接费之和的 7%计算。

④价差：价差=人工价差+材料价差

⑤税金

按照《关于深化增值税改革有关政策的公告》，本项目税金取 9%。

税金按直接费、间接费、利润之和的 9%计算。

⑥扩大

根据《陕西省水利建筑工程设计概（估）算编制规定》（陕发改项目〔2017〕1606号文），估算单价按概算单价扩大 10%计算。

2、临时工程费

临时工程包括临时施工交通工程、临时房屋建筑工程、临时租用场地和其它临时工程四项。其费用标准按《陕西省水利工程概（估）算编制规定》（陕发改项目［2017］1606 号）计算；其它临时工程费用标准按照临时防护工程投资的 1%计算。

3、独立费用

包括建设管理费、生产准备费、科研勘测设计费、其他等。费用标准按《陕西省水利工程概（估）算编制规定》（陕发改项目［2017］1606 号）计算。

①建设管理费包括建设单位开办费、建设单位人员费（不计）、建设管理经常费、招标业务费、建设监理费、第三方工程质量检测费、验收费、咨询评审服务费、工程保险费（不计）。

②生产准备费包括生产管理单位提前进场费（不计）、生产职工培训费（不计）、管理用具购置费（不计）、备品备件购置费（不计）、工器具及生产家具购置费、联合试运转费、工程运行启动费（不计）。

③科研勘察设计费包括科学研究试验费、勘察设计费，按 6%计算。

④其他为专项报告编制费和其他费。

4、预备费

预备费=基本预备费+价差预备费

基本预备费=（工程部分投资+工程部分独立费用）×基本预备费费率，费率取 10%。

（二）估算表的编制方法

地质环境监测工程静态总投资估算表由建安工程费、施工临时工程投资、工程部分独立费用及工程部分基本预备费四部分组成。各部分费用估算的计算公式如下：

建安工程费=估算工程量×工程单价（建安工程单价）；

施工临时工程投资=估算临时工程量×工程单价+其它临时工程费；

工程部分独立费=建设管理费+生产准备费+科研勘测设计费+其他；

工程部分基本预备费=（建安工程费+施工临时工程投资+工程部分独立费）×10%；

工程静态总费用=建安工程费+施工临时工程投资+工程部分独立费+工程部分基本预备费。

（三）总工程量与投资估算

矿山地质环境保护与治理工程量、监测工程量已在第五章、第六章列出。

估算采用最新天宇造价软件进行费用估算。依据矿山地质环境保护治理工程的工程布置，矿山地质环境治理工程治理费用为 1943.95 万元（建安工程费 1432.31 万元、临时工程费 87.08 万元、独立费用 247.84 万元、预备费 176.72 万元），工程总估算表见表 7.2-3。

表 7.2-3　工程总估算表　（单位：万元）

序号	投资或费用项目名称	建筑和安装工程投资	设备费	费用	合计	占工程总投资/%
1	工程部分投资费用	1519.39		424.56	1943.95	100.00
1.1	工程部分投资	1519.39			1519.39	78.20
1.1.1	建筑工程投资	1432.31			1432.31	73.70
1.1.2	机电设备及安装工程投资					
1.1.3	金属结构设备及安装工程投资					
1.1.4	施工临时工程投资	87.08			87.08	4.50
1.2	独立费用			247.84	247.84	12.70
1.3	预备费			176.72	176.72	9.10
1.3.1	基本预备费			176.72	176.72	9.10
1.3.2	价差预备费					
2	专项部分投资费用					
2.1	建设征地和移民安置补偿专项投资费用					
2.1.1	补偿补助费					
2.1.2	工程建设项目投资					
2.1.3	其他费用					

序号	投资或费用项目名称	建筑和安装工程投资	设备费	费用	合计	占工程总投资/%
2.1.4	预备费					
2.1.5	有关税费					
2.2	水土保持工程专项投资费用					
2.2.1	措施项目投资					
	工程静态投资	1519.39		424.56	1943.95	100.00
	工程总投资	1519.39		424.56	1943.95	100.00

（四）单项工程量与投资估算

建筑工程估算表见下表 7.2-4，矿山地质环境保护治理工程的其他费用估算表详见附件八矿山地质环境治理工程经费估算书。

表 7.2-4　矿山地质环境治理工程施工费估算表

序号	项目名称	计量单位	工程量或 设计参数	工程单价或 单位投资扩大指标(金额元)	合计/万元
1	B5 崩塌治理工程				44.02
1.1	坡面整理	m^2	3750	2.06	0.77
1.2	被动防护网	m^2	540	800.00	43.20
1.3	警示牌	个	1	500.00	0.05
2	B10 崩塌治理工程				91.75
2.1	坡面整理	m^2	6090	2.06	1.25
2.2	被动防护网	m^2	1130	800.00	90.40
2.3	警示牌	个	2	500.00	0.10
3	进矿道路修复工程				328.25
3.1	硬化路面拆除	m^3	5412	74.75	40.45
3.2	路基开挖	m^3	6842	3.21	2.20
3.3	路基土外运	m^3	6842	20.57	14.07
3.4	模板安装	m^2	1505	144.05	21.68
3.5	基层 30cm 三七灰土	m^3	3000	161.86	48.56
3.6	面层 20cmC30 混凝土	m^3	5380	133.10	71.61
3.7	排水渠				77.33
3.7.1	土方开挖	m^3	1324.5	8.88	1.18
3.7.2	土方外运	m^3	1324.5	30.81	4.08
3.7.3	三七灰土垫层	m^3	397.35	161.86	6.43

序号	项目名称	计量单位	工程量或 设计参数	工程单价或 单位投资扩大指标(金额元)	合计/万元
3.7.4	模板安装	m^2	1655.63	144.05	23.85
3.7.5	C20 混凝土	m^3	596.03	701.13	41.79
3.8	波型护栏	m	1655	200.00	33.10
3.9	路灯	个	55	3500.00	19.25
4	三道沟供水工程				68.18
4.1	管道敷设				61.15
4.1.1	沟槽开挖	m^3	8466.75	17.04	14.43
4.1.2	铺筑砂砾层	m^3	677.34	127.25	8.62
4.1.3	素土回填	m^3	7789.41	34.67	27.01
4.1.4	PE 管铺设（内径 50mm）	m	4515.6	24.55	11.09
4.2	检查井建设				3.86
4.2.1	井口开挖	m^3	13.58	17.04	0.02
4.2.2	3：7 灰土垫层	m^3	2.7	161.86	0.04
4.2.3	井壁砌筑	m^3	7.2	24.83	0.02
4.2.4	模板安装	m^2	226.08	144.05	3.26
4.2.5	C25 砼底板浇筑	m^3	2.7	655.53	0.18
4.2.6	球墨井盖安装	个	4	500.00	0.20
4.2.7	三通安装	套	4	350.00	0.14
4.3	水塔 50m3				2.11
4.3.1	基坑开挖	m^3	100	17.04	0.17
4.3.2	钢筋绑扎	t	0.31	8346.45	0.26
4.3.3	C25 混凝土底板、侧壁、顶板浇筑	m^3	25.6	655.53	1.68
4.4	附属工程	套	1.06	10000.00	1.06
5	地面塌陷防治工程				0.45
5.1	地面塌陷警示牌	个	9	500.00	0.45
6	通村道路修复				152.07
6.1	表层路面清理	m^3	2316.43	461.00	106.79
6.2	路基开挖	m^3	7721.43	3.21	2.48
6.3	路基土外运	m^2	7721.43	20.57	15.88
6.4	路基处理	m^2	6177.14	32.32	19.96
6.5	泥结石碎石路面	m^2	1544.29	45.07	6.96
7	地面塌陷警示牌				0.25

序号	项目名称	计量单位	工程量或 设计参数	工程单价或 单位投资扩大指标(金额元)	合计/万元
7.1	地面塌陷警示牌	个	5	500.00	0.25
8	井口封堵				137.08
8.1	C25 砼浇筑	m³	242.36	536.27	13.00
8.2	矸石回填	m³	49099.44	22.99	112.88
8.3	粘土回填	m³	511.73	16.77	0.86
8.4	井口岩土体剥离	m³	381.11	206.15	7.86
8.5	型钢制安	t	1.35	8346.45	1.13
8.6	锚杆	根	24	518.76	1.25
8.7	警示牌	个	2	500.00	0.10
9	矿山地质环境监测				610.26
9.1	不稳定地质体监测				28.00
9.1.1	自动化监测设备安装	套	8	30000.00	24.00
9.1.2	自动化监测设备维护	套/年	8	5000.00	4.00
9.2	地面塌陷监测				133.00
9.2.1	自动化监测设备安装	套	38	30000.00	114.00
9.2.2	自动化监测设备维护	套/年	38	5000.00	19.00
9.3	含水层监测工程				134.39
9.3.1	含水层监测井成井				54.59
9.3.1.1	口径φ425mm（松散层）	m	40	1550.71	6.20
9.3.1.2	基岩钻孔（φ75mm）	m	210	2304.36	48.39
9.3.2	管材				15.44
9.3.2.1	管材Φ219mm×8mm	m	190	401.61	7.63
9.3.2.2	滤水管Φ168mm×8mm	m	210	371.88	7.81
9.3.3	测井				1.35
9.3.3.1	放射性测井	m	230	14.40	0.33
9.3.3.2	水文测井	m	230	16.80	0.39
9.3.3.3	井径测井	m	230	13.20	0.30
9.3.3.4	测井斜	m	230	14.40	0.33
9.3.4	抽水试验				4.21
9.3.4.1	洗井	次	2	3400.00	0.68
9.3.4.2	抽水试验	台班	42	840.00	3.53
9.3.5	辅助设施				58.80

序号	项目名称	计量单位	工程量或 设计参数	工程单价或 单位投资扩大指标(金额元)	合计/万元
9.3.5.1	水准点建设	孔	2	5000.00	1.00
9.3.5.2	标识牌	孔	2	1000.00	0.20
9.3.5.3	孔口保护	孔	2	8000.00	1.60
9.3.5.4	自动化监测仪器	孔	2	30000.00	6.00
9.3.5.5	其他地质编录工作	孔	2	250000.00	50.00
9.4	含水层监测				6.20
9.4.1	监测点布置	个	2	1000.00	0.20
9.4.2	含水层水位监测	点次	20	1000.00	2.00
9.4.3	取样	组	20	1000.00	2.00
9.4.4	含水层水质监测	点次	20	1000.00	2.00
9.5	水土环境环境监测				26.95
9.5.1	监测点布置	个	4	1000.00	0.40
9.5.2	水质监测	点次	60	1000.00	6.00
9.5.3	水样取样	组	60	1000.00	6.00
9.5.4	水质环境全分析	次	60	1500.00	9.00
9.5.5	监测点布置	个	3	1000.00	0.30
9.5.6	土环境监测	点次	15	1000.00	1.50
9.5.7	土样取样	组	15	1000.00	1.50
9.5.8	土质分析	次	15	1500.00	2.25
9.6	地形地貌监测				281.72
9.6.1	无人机遥感影像航拍	km^2	7.1	5000.00	3.55
9.6.2	构建三维模型	km^2	7.1	5000.00	3.55
9.6.3	地形地貌景观数据处理分析	次	11	12000.00	13.20
9.6.4	遥感监测				
9.6.5	购买高精度卫星遥感数据	km^2	157.35	6000.00	94.41
9.6.6	卫星遥感监测数据解译	km^2	157.35	6000.00	94.41
9.6.7	土地损毁与复垦、土地复垦质量、植被生态等分析	次	11	30000.00	33.00
9.6.8	分析总结报告	次	11	30000.00	33.00
9.6.9	人工巡查	次	132	500.00	6.60
合计					1432.31

三、土地复垦工程经费估算

（一）取费标准及计算方法

1、基础价格

（1）人工预算价格

本方案涉及的榆林市府谷县为七类工资区，按照七类工资区系数进行基本工资计算。根据《土地开发整理项目预算编制规定》（2011 年）人工单价的计算方法，计算出人工单价为：甲类工 53.51 元/工日，乙类工 40.78 元/工日。

（2）主要材料预算价格

《土地开发整理项目预算编制规定 2011-128》确定的 11 类主要材料包含:块石（片石）、砂（石子）、条石（料石）、水泥、标砖、钢筋、柴油、汽油、锯材、生石灰、树苗。

根据本工程在建设过程中材料使用量特征:主要材料除砂子增值税税率为 3%、树苗增值税税率为 9%外，其他增值税税率均为 13%; 次要材料中木柴增值税税率为 13%外，其余增值税税率均为 3%

材料价差:主要材料价格应根据编制规定进行价差计算。

（3）施工用水价格

本工程用水用电价格依据当地市场价格水平确定。施工用水含税价格为 5.5 元/m^3，施工用电含税价格为 1.0 元/（kw*h），施工用风含税价格为 0.1 元/m^3。

（4）施工机械台班费

施工机械台班费采用《土地开发整理项目施工机械台班费定额》，一类费用中折旧费除以 1.13 调整系数，修理及替换设备费除以 1.09 调整系数。

2、计算方法

根据《土地开发整理项目预算编制规定》，项目预算由工程施工费、设备购置费、其他费用（前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费、拆迁补偿费）和不可预见费组成。

（1）工程施工费

工程施工费由直接费、间接费、利润、价差和税金组成。

1）直接费由直接工程费和措施费组成。

①直接工程费由人工费、材料费和机械使用费组成。

②措施费取费基数为直接工程费，措施费包括临时设施费、冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、施工辅助费、特殊地区施工增加费、安全施工措施费。对措施费各部分费率计费基础及取费标准介绍具体如下：

a）临时设施费：土方工程按直接工程费的2%计取、石方工程按直接工程费的2%计取、砌体工程按直接工程费的2%计取、混凝土工程按直接工程费的3%计取、其他工程按直接工程费的2%计取；

b）冬雨季施工增加费：按直接工程费的百分率计算，费率为0.7~1.5%。本项目取0.7%；

c）夜间施工增加费：按直接工程费的百分率计算，本项目属于建筑工程，取0.2%；

d）施工辅助费：按直接工程费的百分率计算：本项目属于建筑工程，取0.7%；

e）特殊地区施工增加费：本项目不计算此项费用；

f）安全施工措施费：按直接工程费的百分率计算，本项目属于建筑工程，2.9%。

表7.3-1　措施费费率取值一览表　　　　（单位：%）

工程类别		土方工程	石方工程	砌体工程	混凝土工程	其他工程
分项	临时设施费	2	2	2	3	2
	冬雨季施工增加费	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
	夜间施工增加费	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	施工辅助费	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
	特殊地区施工增加费	0	0	0	0	0
	安全施工措施费	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
措施费率取值		3.8	3.8	3.8	3.8	3.8

2）间接费取费基数为直接费（或人工费），不同工程类别的间接费费率计费基础及取费标准如下：土方工程按直接费的5%计取、石方工程按直接费的6%计取、砌体工程按直接费的5%计取、混凝土工程按直接费的6%计取、其他工程按直接费的5%计取。

3）利润取费基数为直接费与间接费之和，费率3%。

4）价差主要是对块石、水泥及钢筋等主要材料进行限价。当主要材料预算价格等于或小于规定价格时，直接计入工程施工费单价：当主要材料预算价格大于规定价格时，超出限价部分单独计算材料价差（只计取材料费和税金），不参与取费。

5）税金取费基数为直接费、间接费、利润、价差四项之和，根据《关于深化增值税改革有关政策的公告》要求，确定本项目税率取 9%。

6）扩大费

参考《陕西省土地开发整理项目预算编制办法及费用标准（试行）》（2004 年），总则第五条规定，按 15.5%计取。指直接费、间接费、利润和税金之和的 15.5%。

（2）设备购置费

设备预算主要由设备原价、运杂费、运输保险费、采购及保管费等组成。本项目不涉及设备购置费。

（3）其他费用

a）前期工作费。前期工作费由土地清查费、项目可行性研究费、项目勘测费、项目设计及预算编制费、项目招标代理费组成。

①土地清查费以工程施工费为计费基数，费率取 0.5%。

②项目可行性研究费以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定。

③项目勘测费以工程施工费为计费基数，费率为 1.5%。本项目地貌类型为丘陵／山区，乘以 1.1 的调整系数。

④项目设计及预算编制费以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用分档定额计费方式计算（项目地貌类型为丘陵／山区的可以乘以 1.1 的调整系数），各间按内插法并结合市场行情确定。

⑤项目招标代理费以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

b）工程监理费以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定。

c）拆迁补偿费未计算。

d）竣工验收费由工程复核费、工程验收费、项目决算编制与审计费、整理后土地

的重估与登记费、标识设定费组成。

①工程复核费以工程施工费与设备购置费之和为计费基数，采用差额定率累进法计算。

②工程验收费以工程施工费与设备购置费之和为计费基数，采用差额定率累进法计算。

③项目决算编制与审计费以工程施工费与设备购置费之和为计费基数，采用差额定率累进法计算。

④整理后土地重估与登记费以工程施工费与设备购置费之和为计费基数，采用差额定率累进法计算。

⑤标识设定费以工程施工费与设备购置费之和为计费基数，采用差额定率累进法计算。

e）业主管理费以工程施工费、设备购置费、前期工作费、工程监理费、拆迁补偿费和竣工验收费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

（4）不可预见费

取费基数为工程施工费、设备购置费和其他费用三项之和，费率取 10%。

3、复垦监测与管护费

（1）监测费

本项目规划设计的土地损毁监测、土壤质量监测、复垦效果的监测费用均按参照以下取费标准计算，每点次监测费用如下表 7.3-2 所示。

表 7.3-2 每点次监测费用表

项目	土地损毁监测	土壤质量监测	复垦效果监测
费用（元）	500	300	200

（2）管护费

按《水土保持工程概算定额》（水总【2003】67 号）计算土地复垦中的管护费，管护工作包括中耕除草、修枝、施肥、浇水、喷药、平岔等。旱地每公顷每年管护费为 5300 元，园地、林地每公顷每年的管护人员费用为 3600 元。草地每公顷每年的管护人员费用为 1200 元。

（二）单项工程量与投资估算

土地复垦工程量已在第五章、第六章列出。

采用最新天宇造价软件进行费用估算。依据矿山地土地复垦的工程布置，矿区土地复垦总投资估算见表 7.3-3。矿山土地复垦工程总费用为 5228.25 万元（工程施工费 4246.98 万元、其他费用 505.97 万元、不可预见费 475.3 万元）。

表 7.3-3　土地复垦工程投资估算总表

序号	工程或费用名称	预算金额	各项费用占总费用比例（%）
一	工程施工费	4246.98	81.23
三	其他费用	505.97	9.68
四	不可预见费	475.3	9.09
总计		5228.25	

（三）单项工程量与投资估算

矿山土地复垦工程的建筑工程估算表见下表 7.3-4，矿山土地复垦工程的其他费用估算表详见附件九土地复垦工程经费估算书。

表 7.3-5　土地复垦工程费估算表

序号	单项名称	单位	工程量	综合单价	合计
1	**沉陷区耕地复垦工程**				879.41
1.1	土壤重构工程				336.64
1.1.1	裂缝填堵土方	m³	66130.71	25.3	167.31
1.1.2	表土剥离工程	m³	54351.49	5.88	31.96
1.1.3	土地平整工程	m²	77235.67	5.02	38.77
1.1.4	表土覆土工程	m³	54351.49	10.34	56.20
1.1.5	土地翻耕工程	hm²	146.91	1736.32	25.51
1.1.6	田埂修筑工程	m³	5290.92	31.92	16.89
1.2	土壤培肥	hm²	146.91	5410.6	79.49
1.3	配套机耕道路工程				463.29
1.3.1	路床压实	m²	121935.3	4.39	53.53
1.3.2	路基(20cm 砾石)	m²	141033.6	27.96	394.33
1.3.3	素土路面（20cm）	m²	88146	1.75	15.43
2	**沉陷区林地复垦工程**				509.20
2.1	栽植油松	株	60489	42.74	258.53
2.2	穴状整地（0.5m*0.5m）	个	60489	5	30.24
2.3	栽植紫穗槐	株	241956	4.11	99.44
2.4	穴状整地（0.4m*0.4m）	个	241956	5	120.98
3	**沉陷区草地复垦工程**				99.85
3.1	撒播草籽	hm²	259.2	3852.21	99.85

序号	单项名称	单位	工程量	综合单价	合计
4	**炸药库复垦工程**				50.49
4.1	废弃建筑拆除	m^3	1485	219.37	32.58
4.2	清理建筑垃圾	m^3	1485	21.22	3.15
4.3	土地平整工程	m^2	1132	5.02	0.57
4.4	客土覆土	m^3	3396	25.92	8.80
4.5	穴状整地（0.4m*0.4m）	株	4400	8	3.52
4.6	栽植紫穗槐	株	4400	4.11	1.81
4.7	土壤培肥	hm^2	0.1132	5410.6	0.06
5	**排矸场复垦工程**				63.72
5.1	土地平整工程	m^2	24800	5.02	12.45
5.2	客土覆土	m^3	16142.8	25.92	41.84
5.3	土地翻耕	hm^2	2.48	1736.32	0.43
5.4	土壤培肥	hm^2	2.8	5410.6	1.51
5.5	栽植紫穗槐	株	7033	4.11	2.89
5.6	穴状整地（0.4m*0.4m）	个	7033	5	3.52
5.7	撒播草籽	hm^2	2.8	3852.21	1.08
6	**工业场地复垦工程**				2050.52
6.1	废弃建筑拆除	m^3	92944.5	159.8	1485.25
6.2	清理建筑垃圾	m^3	92944.5	21.22	197.23
6.3	客土覆土	m^3	111533.4	25.92	289.09
6.4	土地平整工程	m^2	9768.84	5.02	4.90
6.5	土地翻耕工程	hm^2	18.59	1736.32	3.23
6.6	田埂修筑工程	m^3	669.24	31.92	2.14
6.7	土壤培肥	hm^2	18.59	5410.6	10.06
6.8	配套机耕道路工程				58.62
6.8.1	路床压实	m^2	15428.87	4.39	6.77
6.8.2	路基(20cm 砾石)	m^2	17845.44	27.96	49.90
6.8.3	素土路面（20cm）	m^2	11153.34	1.75	1.95
7	**搬迁农村宅基地复垦工程**				21.15
7.1	废弃建筑拆除	m^3	1000	159.8	15.98
7.2	混凝土拆除	m^3	20	159.8	0.32
7.3	清理建筑垃圾	m^3	1020	21.22	2.16
7.4	土地平整工程	m^2	155.09	5.02	0.08
7.5	表土覆土工程	m^3	900	25.92	2.33
7.6	土地翻耕	hm^2	0.3	1736.32	0.05
7.7	土壤培肥	hm^2	0.3	7500	0.23
8	**监测管护工程**				572.64
8.1	耕地复垦单元监测管护				167.63
8.1.1	监测工程				167.63
8.1.1.1	土地损毁监测	次	2976	500	148.80

序号	单项名称	单位	工程量	综合单价	合计
8.1.1.2	土壤质量检测	次	84	300	2.52
8.1.1.3	复垦效果监测	次	432	200	8.64
8.1.1.4	管护工程				0.00
8.1.1.5	复垦成果管护	hm²	14.48	5300	7.67
8.2	林地复垦单元监测管护				238.50
8.2.1	监测工程				238.50
8.2.1.1	土地损毁监测	次	4032	500	201.60
8.2.1.2	复垦效果监测	次	864	200	17.28
8.2.1.3	管护工程				0.00
8.2.1.4	复垦成果管护	hm²	54.49	3600	19.62
8.3	草地复垦单元监测管护				166.50
8.3.1	监测工程				166.50
8.3.1.1	土地损毁监测	次	3168	500	158.40
8.3.1.2	复垦效果监测	次	240	200	4.80
8.3.1.3	管护工程				0.00
8.3.1.4	复垦成果管护	hm²	27.54	1200	3.30
总 计					4246.98

四、总费用汇总与年度安排

（一）总费用构成与汇总

本方案矿山地质环境保护与土地复垦总经费估算 7172.2 万元，其中：矿山地质环境治理工程经费估算为 1943.95 万元；土地复垦工程经费估算为 5228.25 万元，储量为 496.10 万吨，吨煤投资 14.46 元；土地复垦面积 552.7946hm²（8291.92 亩），亩均投资 5898.10 元。总费用汇总表见表 7.4-1，各年度治理费用表见表 7.4-2。

表 7.4-1 总费用汇总表

序号	费用名称	费用/万元	比例%	亩均投资/元	吨煤投资/元
一	地质环境保护	1973.95	22.77	6305.23	14.46
二	土地复垦	5228.25	77.23		
静态总投资		7172.20	100.00		

表 7.4-2 各年度治理费用合计表

序号	名称	费用（万元）											合计
		第一年	第二年	第三年	第四年	第五年	第六年	第七年	第八年	第九年	第十年	第十一年	（万元）
1	地质环境治理工程												
1.1	B5 崩塌治理工程	44.02											44.02
1.2	B10 崩塌治理工程	91.75											91.75
1.5	进矿道路修复工程	328.25											328.25
1.6	三道沟供水工程	68.18											68.18
1.7	通村道路修复					152.07							152.07
1.8	地面塌陷区警示	0.10	0.15	0.15	0.15	0.15							0.70
1.9	井口封堵							137.08					137.08
1.10	不稳定地质体监测工程	25.00	1.00	1.00	1.00								28.00
1.11	地面变形监测工程	38.50	31.50	28.00	35.00								133.00
1.12	含水层监测工程	135.79	0.60	0.60	0.60	0.35	0.35	0.35	0.35	0.45	0.45	0.70	140.59
1.13	水土环境监测工程	7.20	3.15	3.15	1.75	1.75	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55	2.20	26.95
1.14	地形地貌景观监测工程	33.45	39.65	41.55	36.66	33.71	18.50	17.50	17.30	15.20	15.20	13.00	281.72
1.15	建筑工程投资	772.24	76.05	74.45	75.16	188.03	20.40	156.48	19.20	17.20	17.20	15.90	1432.31
1.16	临时工程	46.95	4.62	4.53	4.57	11.43	1.24	9.51	1.17	1.05	1.05	0.97	87.08
1.17	独立费	133.62	13.16	12.88	13.01	32.54	3.53	27.08	3.32	2.98	2.98	2.75	247.84
1.18	预备费	95.28	9.38	9.19	9.27	23.20	2.52	19.31	2.37	2.12	2.12	1.96	176.72
小计		**1048.09**	**103.22**	**101.04**	**102.01**	**255.20**	**27.69**	**212.38**	**26.06**	**23.34**	**23.34**	**21.58**	1943.95
2	土地复垦工程												
2.1	已沉陷区耕地复垦工程	287.55											287.55
2.2	已沉陷区林地复垦工程	192.44											192.44
2.3	已沉陷区草地复垦工程	31.87											31.87
2.4	拟沉陷区耕地复垦工程		168.77	211.03	212.06								591.86
2.5	拟沉陷区林地复垦工程		88.47	114.09	114.20								316.76
2.6	拟沉陷区草地复垦工程		19.01	24.48	24.49								67.98
2.7	炸药库复垦工程	50.49											50.49
2.8	排矸场复垦工程	63.72											63.72
2.9	工业场地复垦工程							2050.52					2050.52
2.10	搬迁宅基地复垦工程						21.15						21.15
2.11	耕地复垦单元监测和管护	40.64	16.79	24.07	31.03	31.11	5.5	5.5	3.7	3.6	2.85	2.85	167.64
2.12	林地复垦单元监测和管护	56.47	22.68	37.52	45.96	46.07	6.4	6.4	4.8	4.8	3.86	3.54	238.50
2.13	草地复垦单元监测和管护	34.49	14.26	20.42	26.32	26.39	8.7	8.7	7.4	7.4	6.22	6.2	166.50
2.14	工程施工费	757.67	329.98	431.61	454.06	103.57	41.75	2071.12	15.90	15.80	12.93	12.59	4246.98
2.15	其他费用	90.27	39.31	51.42	54.10	12.34	4.97	246.75	1.89	1.88	1.54	1.50	505.97
2.16	不可遇见费	84.79	36.93	48.30	50.82	11.59	4.67	231.79	1.78	1.77	1.45	1.41	475.30
小计		**932.73**	**406.22**	**531.33**	**558.97**	**127.50**	**51.40**	**2549.65**	**19.57**	**19.45**	**15.92**	**15.50**	**5228.25**
合计		**1980.82**	**509.44**	**632.38**	**660.98**	**382.70**	**79.08**	**2762.03**	**45.63**	**42.79**	**39.26**	**37.08**	**7172.20**

（二）近期年度经费安排

本方案矿山地质环境保护与土地复垦估算近期总投资 4166.32，其中矿山地质环境治理总投资 1609.56 万元、土地复垦总投资 2556.76 万元，近期各年矿山地质环境治理和土地复垦工程的名称、工程量，近期各年度静态投资费用见表 7.4-2。

表 7.4-2　近期各年度静态投资总费用一览表

年度	矿山地质环境治理静态费用（万元）	土地复垦静态费用（万元）	总费用（万元）
第一年	1048.09	932.73	1980.82
第二年	103.22	406.22	509.44
第三年	101.04	531.33	632.38
第四年	102.01	558.97	660.98
第五年	255.2	127.51	382.70
合计	**1609.56**	**2556.76**	4166.32

1、矿山地质环境治理费用年度安排

近期各年矿山地质环境治理工程名称、工程量、经费见表 7.4-3。

表 7.4-3　近期各年矿山地质环境治理经费安排表

序号	项目名称	计量单位	工程量	工程单价	合计/万元
1	**第一年**				**772.24**
1.1	**B5 崩塌治理工程**				**44.02**
1.1.1	坡面整理	㎡	3750	2.06	0.77
1.1.2	被动防护网	㎡	540	800.00	43.20
1.1.3	警示牌	个	1	500.00	0.05
1.2	**B10 崩塌治理工程**				**91.75**
1.2.1	坡面整理	㎡	6090	2.06	1.25
1.2.2	被动防护网	㎡	1130	800.00	90.40
1.2.3	警示牌	个	2	500.00	0.10
1.4	**进矿道路修复工程**				**328.25**
1.4.1	硬化路面拆除	m³	5412	74.75	40.45
1.4.2	路基开挖	m³	6842	3.21	2.20
1.4.3	路基土外运	m³	6842	20.57	14.07
1.4.4	模板安装	㎡	1505	144.05	21.68

序号	项目名称	计量单位	工程量	工程单价	合计/万元
1.4.5	基层 30cm 三七灰土	m³	3000	161.86	48.56
1.4.6	面层 20cmC30 混凝土	m³	5380	133.10	71.61
1.4.7	排水渠				77.33
1.4.7.1	土方开挖	m³	1324.5	8.88	1.18
1.4.7.2	土方外运	m³	1324.5	30.81	4.08
1.4.7.3	三七灰土垫层	m³	397.35	161.86	6.43
1.4.7.4	模板安装	㎡	1655.63	144.05	23.85
1.4.7.5	C20 混凝土	m³	596.03	701.13	41.79
1.4.8	波型护栏	m	1655	200.00	33.10
1.4.9	路灯	个	55	3500.00	19.25
1.5	三道沟供水工程				**68.18**
1.5.1	管道敷设				61.15
1.5.2	沟槽开挖	m³	8466.75	17.04	14.43
1.5.3	铺筑砂砾层	m³	677.34	127.25	8.62
1.5.4	素土回填	m³	7789.41	34.67	27.01
1.5.5	PE 管铺设（内径 50mm）	m	4515.6	24.55	11.09
1.5.6	检查井建设				3.86
1.5.6.1	井口开挖	m³	13.58	17.04	0.02
1.5.6.2	3：7 灰土垫层	m³	2.7	161.86	0.04
1.5.6.3	井壁砌筑	m³	7.2	24.83	0.02
1.5.6.4	模板安装	㎡	226.08	144.05	3.26
1.5.6.5	C25 砼底板浇筑	m³	2.7	655.53	0.18
1.5.6.6	球墨井盖安装	个	4	500.00	0.20
1.5.7	三通安装	套	4	350.00	0.14
1.5.7.1	水塔 50m3				2.11
1.5.7.2	基坑开挖	m³	100	17.04	0.17
1.5.7.3	钢筋绑扎	t	0.31	8346.45	0.26
1.5.7.4	C25 混凝土底板、侧壁、顶板浇筑	m³	25.6	655.53	1.68
1.5.7.5	附属工程	套	1.06	10000.00	1.06
1.6	**地面塌陷区警示**	个	**2**	**500**	**0.10**
1.7	**监测工程**				**239.94**

序号	项目名称	计量单位	工程量	工程单价	合计/万元
1.7.1	不稳定地质体监测				25.00
1.7.1.1	自动化监测设备安装	套	8	30000.00	24.00
1.7.1.2	自动化监测设备维护	套/年	2	5000.00	1.00
1.7.2	地面塌陷监测				38.50
1.7.2.1	自动化监测设备安装	套	11	30000.00	33.00
1.7.2.2	自动化监测设备维护	套/年	11	5000.00	5.50
1.7.3	含水层监测工程				135.79
1.7.3.1	含水层监测		2	671950.00	134.39
1.7.3.2	监测点布置	个	2	1000.00	0.20
1.7.3.3	含水层水位监测	点次	4	1000.00	0.40
1.7.3.4	取样	组	4	1000.00	0.40
1.7.3.5	含水层水质监测	点次	4	1000.00	0.40
1.7.4	水土环境监测工程				7.20
1.7.4.1	监测点布置	个	4	1000.00	0.40
1.7.4.2	水质监测	点次	4	1000.00	0.40
1.7.4.3	水样取样	组	4	1000.00	0.40
1.7.4.4	水质环境全分析	次	4	1500.00	0.60
1.7.4.5	监测点布置	个	3	1000.00	0.30
1.7.4.6	土环境监测	点次	3	1000.00	0.30
1.7.4.7	土样取样	组	3	1000.00	0.30
1.7.4.8	土质分析	次	3	15000.00	4.50
1.7.5	地形地貌景观监测工程				33.45
1.7.5.1	无人机遥感影像航拍	km2	0.95	5000.00	0.48
1.7.5.2	构建三维模型	km2	0.95	5000.00	0.48
1.7.5.3	地形地貌景观数据处理分析	次	1	12000.00	1.20
1.7.5.5	购买高精度卫星遥感数据	km2	20.5	6000.00	12.30
1.7.5.6	卫星遥感监测数据解译	km2	20.5	6000.00	12.30
1.7.5.7	土地损毁与复垦、土地复垦质量、植被生态等分析	次	1	30000.00	3.00
1.7.5.8	分析总结报告	次	1	30000.00	3.00
1.7.5.9	人工巡查	次	14	500.00	0.70

序号	项目名称	计量单位	工程量	工程单价	合计/万元
2	**第二年**				**76.05**
2.1	**地面塌陷区警示**	个	**3**	**500**	**0.15**
2.2	**监测工程**				**75.90**
2.2.1	不稳定地质体监测				1.00
2.2.1.1	自动化监测设备维护	套/年	2	5000.00	1.00
2.2.2	地面塌陷监测				31.50
2.2.2.1	自动化监测设备安装	套	9	30000.00	27.00
2.2.2.2	自动化监测设备维护	套/年	9	5000.00	4.50
2.2.3	含水层监测工程				0.60
2.3.3.1	含水层水位监测	点次	2	1000.00	0.20
2.3.3.2	取样	组	2	1000.00	0.20
2.3.3.4	含水层水质监测	点次	2	1000.00	0.20
2.3.4	水土环境监测工程				3.15
2.3.4.1	水质监测	点次	8	1000.00	0.80
2.3.4.2	水样取样	组	8	1000.00	0.80
2.3.4.3	水质环境全分析	次	8	1500.00	1.20
2.3.4.4	土环境监测	点次	1	1000.00	0.10
2.3.4.5	土样取样	组	1	1000.00	0.10
2.3.4.6	土质分析	次	1	1500.00	0.15
1.7.5	地形地貌景观监测工程				39.65
1.7.5.1	无人机遥感影像航拍	km2	1.25	5000.00	0.63
1.7.5.2	构建三维模型	km2	1.25	5000.00	0.63
1.7.5.3	地形地貌景观数据处理分析	次	1	12000.00	1.20
1.7.5.5	购买高精度卫星遥感数据	km2	25.5	6000.00	15.30
1.7.5.6	卫星遥感监测数据解译	km2	25.5	6000.00	15.30
1.7.5.7	土地损毁与复垦、土地复垦质量、植被生态等分析	次	1	30000.00	3.00
1.7.5.8	分析总结报告	次	1	30000.00	3.00
1.7.5.9	人工巡查	次	12	500.00	0.60
3	**第三年**				**74.45**
3.1	**地面塌陷区警示**	个	**3**	**500**	**0.15**
3.2	**监测工程**				**74.30**

序号	项目名称	计量单位	工程量	工程单价	合计/万元
3.3.1	不稳定地质体监测				1.00
3.3.1.1	自动化监测设备维护	套/年	2	5000.00	1.00
3.3.2	地面塌陷监测				28.00
3.3.2.1	自动化监测设备安装	套	8	30000.00	24.00
3.3.2.2	自动化监测设备维护	套/年	8	5000.00	4.00
3.3.3	含水层监测工程				0.60
3.3.3.1	含水层水位监测	点次	2	1000.00	0.20
3.3.3.2	取样	组	2	1000.00	0.20
3.3.3.4	含水层水质监测	点次	2	1000.00	0.20
3.3.4	水土环境监测工程				3.15
3.3.4.1	水质监测	点次	8	1000.00	0.80
3.3.4.2	水样取样	组	8	1000.00	0.80
3.3.4.3	水质环境全分析	次	8	1500.00	1.20
3.3.4.4	土环境监测	点次	1	1000.00	0.10
3.3.4.5	土样取样	组	1	1000.00	0.10
3.3.4.6	土质分析	次	1	1500.00	0.15
3.3.5	地形地貌景观监测工程				41.55
3.3.5.1	无人机遥感影像航拍	km2	1.35	5000.00	0.68
3.3.5.2	构建三维模型	km2	1.35	5000.00	0.68
3.3.5.3	地形地貌景观数据处理分析	次	1	12000.00	1.20
3.3.5.4	购买高精度卫星遥感数据	km2	27.	6000.00	16.20
3.3.5.5	卫星遥感监测数据解译	km2	27.	6000.00	16.20
3.3.5.6	土地损毁与复垦、土地复垦质量、植被生态等分析	次	1	30000.00	3.00
3.3.5.7	分析总结报告	次	1	30000.00	3.00
3.3.5.8	人工巡查	次	12	500.00	0.60
4	**第四年**				**75.16**
4.1	**地面塌陷区警示**	**个**	**3**	**500**	**0.15**
4.2	**监测工程**				**75.01**
4.2.1	不稳定地质体监测				1.00
4.2.1.1	自动化监测设备维护	套/年	2	5000.00	1.00
4.2.2	地面塌陷监测				35.00

序号	项目名称	计量单位	工程量	工程单价	合计/万元
4.2.2.1	自动化监测设备安装	套	10	30000.00	30.00
4.2.2.2	自动化监测设备维护	套/年	10	5000.00	5.00
4.2.3	含水层监测工程				0.60
4.2.3.1	含水层水位监测	点次	2	1000.00	0.20
4.2.3.2	取样	组	2	1000.00	0.20
4.2.3.3	含水层水质监测	点次	2	1000.00	0.20
4.2.4	水土环境监测工程				1.75
4.2.4.1	水质监测	点次	4	1000.00	0.40
4.2.4.2	水样取样	组	4	1000.00	0.40
4.2.4.3	水质环境全分析	次	4	1500.00	0.60
4.2.4.4	土环境监测	点次	1	1000.00	0.10
4.2.4.5	土样取样	组	1	1000.00	0.10
4.2.4.6	土质分析	次	1	1500.00	0.15
4.2.5	地形地貌景观监测工程				36.66
4.2.5.1	无人机遥感影像航拍	km2	0.9	5000.00	0.45
4.2.5.2	构建三维模型	km2	0.9	5000.00	0.45
4.2.5.3	地形地貌景观数据处理分析	次	1	12000.00	1.20
4.2.5.4	购买高精度卫星遥感数据	km2	23.3	6000.00	13.98
4.2.5.5	卫星遥感监测数据解译	km2	23.3	6000.00	13.98
4.2.5.6	土地损毁与复垦、土地复垦质量、植被生态等分析	次	1	30000.00	3.00
4.2.5.7	分析总结报告	次	1	30000.00	3.00
4.2.5.8	人工巡查	次	12	500.00	0.60
5	**第五年**				**188.03**
5.1	通村道路修复				152.07
5.1.1	表层路面清理	m³	2316.43	461.00	106.79
5.1.2	路基开挖	m³	7721.43	3.21	2.48
5.1.3	路基土外运	㎡	7721.43	20.57	15.88
5.1.4	路基处理	㎡	6177.14	32.32	19.96
5.1.5	泥结石碎石路面	㎡	1544.29	45.07	6.96
5.2	**地面塌陷区警示**	**个**	**3**	**500.00**	**0.15**
5.3	**监测工程**				**35.81**

序号	项目名称	计量单位	工程量	工程单价	合计/万元
5.4.3	含水层监测工程				0.35
5.4.3.1	含水层水位监测	点次	1	1000.00	0.10
5.4.3.2	取样	组	1	1000.00	0.10
5.4.3.3	含水层水质监测	点次	1	1500.00	0.15
5.4.4	水土环境监测工程				1.75
5.4.4.1	水质监测	点次	4	1000.00	0.40
5.4.4.2	水样取样	组	4	1000.00	0.40
5.4.4.3	水质环境全分析	次	4	1500.00	0.60
5.4.4.4	土环境监测	点次	1	1000.00	0.10
5.4.4.5	土样取样	组	1	1000.00	0.10
5.4.4.6	土质分析	次	1	1500.00	0.15
5.4.5	地形地貌景观监测工程				33.71
5.4.5.1	无人机遥感影像航拍	km2	0.65	5000.00	0.33
5.4.5.2	构建三维模型	km2	0.65	5000.00	0.33
5.4.5.3	地形地貌景观数据处理分析	次	1	12000.00	1.20
5.4.5.4	购买高精度卫星遥感数据	km2	21.05	6000.00	12.63
5.4.5.5	卫星遥感监测数据解译	km2	21.05	6000.00	12.63
5.4.5.6	土地损毁与复垦、土地复垦质量、植被生态等分析	次	1	30000.00	3.00
5.4.5.7	分析总结报告	次	1	30000.00	3.00
5.4.5.8	人工巡查	次	12	500.00	0.60
合计					1185.93

2、土地复垦费用年度安排

近期各年土地复垦工程量、经费见表 7.4-4。

表 7.4-4　近期各年度土地复垦费用安排表

序号	单项名称	单位	工程量	综合单价	合计（万元）
1	**第一年**				**757.67**
1.1	**沉陷区耕地复垦工程**				**287.55**
1.1.1	土壤重构工程				121.48
1.1.1.1	裂缝填堵土方	m³	22726.67	25.3	57.50
1.1.1.2	表土剥离工程	m³	18678.59	5.88	10.98
1.1.1.3	表土覆土工程	m³	26543.03	10.34	27.45

序号	单项名称	单位	工程量	综合单价	合计（万元）
1.1.1.4	土地平整工程	m²	18678.59	5.88	10.98
1.1.1.5	土地翻耕工程	hm²	50.49	1736.32	8.77
1.1.1.6	田埂修筑工程	m³	1818.29	31.92	5.80
1.1.2	土壤培肥	hm²	50.49	5410.6	27.32
1.1.3	配套机耕道路工程				138.75
1.1.3.1	路床压实	m²	31904.64	4.39	14.01
1.1.3.2	路基(20cm 砾石)	m²	42719.01	27.96	119.44
1.1.3.3	素土路面（20cm）	m²	30292.51	1.75	5.30
1.2	**沉陷区林地复垦工程**				**192.44**
1.2.1	栽植油松	株	22860.00	42.74	97.70
1.2.2	穴状整地（0.5m*0.5m）	个	22860.00	5.00	11.43
1.2.3	栽植紫穗槐	株	91443.00	4.11	37.58
1.2.4	穴状整地（0.4m*0.4m）	个	91443.00	5.00	45.72
1.3	**沉陷区草地复垦工程**				**31.87**
1.3.1	撒播草籽	hm²	82.74	3852.21	31.87
1.4	**炸药库复垦工程**				**50.49**
1.4.1	废弃建筑拆除	m³	1485.	219.37	32.58
1.4.2	清理建筑垃圾	m³	1485.	21.22	3.15
1.4.3	土地平整工程	m²	1132	5.02	0.57
1.4.4	客土覆土	m³	3396	25.92	8.80
1.4.5	穴状整地（0.4m*0.4m）	株	4400	8	3.52
1.4.6	栽植紫穗槐	株	4400	4.11	1.81
1.4.7	土壤培肥	hm²	0.1132	5410.6	0.06
1.5	**排矸场复垦工程**				**63.72**
1.5.1	客土覆土	m³	24800	5.02	12.45
1.5.2	土地平整	m²	16142.8	25.92	41.84
1.5.3	土地翻耕	hm²	2.48	1736.32	0.43
1.5.4	土壤培肥	hm²	2.8	5410.6	1.51
1.5.5	穴状整地（0.3m*0.3m）	个	7033	4.11	2.89
1.5.6	栽植紫穗槐	株	7033	5	3.52
1.5.7	撒播草籽	hm²	2.8	2716.13	0.76
1.6	**耕地复垦单元监测管护**				**40.64**
1.6.1	监测工程				30.33
1.6.1.1	土地损毁监测	次	566	500	28.30
1.6.1.2	土壤质量检测	次	15	300	0.45
1.6.1.3	复垦效果监测	次	79	200	1.58
1.6.2	管护工程				10.31
1.6.2.1	复垦成果管护	hm²	19.46	5300	10.31
1.7	**林地复垦单元监测管护**				**56.47**
1.7.1	监测工程				38.39
1.7.1.1	土地损毁监测	次	707	500	35.35

序号	单项名称	单位	工程量	综合单价	合计（万元）
1.7.1.2	复垦效果监测	次	152	200	3.04
1.7.2	管护工程				18.08
1.7.2.1	复垦成果管护	hm²	50.23	3600	18.08
1.8	**草地复垦单元监测管护**				**34.49**
1.8.1	监测工程				30.05
1.8.1.1	土地损毁监测	次	583	500	29.15
1.8.1.2	复垦效果监测	次	45	200	0.90
1.8.2	管护工程				4.44
1.8.2.1	复垦成果管护	hm²	37.01	1200.00	4.44
2	**第二年**				**329.98**
2.1	**沉陷区耕地复垦工程**				**168.77**
2.1.1	土壤重构工程				69.25
2.1.1.1	裂缝填堵土方	m³	12124.54	25.30	30.68
2.1.1.2	表土剥离工程	m³	9964.91	5.88	5.86
2.1.1.3	表土覆土工程	m³	14160.54	10.34	14.64
2.1.1.4	土地平整工程	m²	9964.91	10.34	10.30
2.1.1.5	土地翻耕工程	hm²	26.93	1736.32	4.68
2.1.1.6	田埂修筑工程	m³	970.05	31.92	3.10
2.1.2	土壤培肥	hm²	26.93	5410.60	14.57
2.1.3	配套机耕道路工程				84.94
2.1.3.1	路床压实	m²	22355.86	4.39	9.81
2.1.3.2	路基(20cm 砾石)	m²	25857.38	27.96	72.30
2.1.3.3	素土路面（20cm）	m²	16160.86	1.75	2.83
2.2	**沉陷区林地复垦工程**				**88.47**
2.2.1	栽植油松	株	10510.00	42.74	44.92
2.2.2	穴状整地（0.5m*0.5m）	个	10510.00	5.00	5.26
2.2.3	栽植紫穗槐	株	42037.00	4.11	17.28
2.2.4	穴状整地（0.4m*0.4m）	个	42037.00	5.00	21.02
2.3	**沉陷区草地复垦工程**				**19.01**
2.3.1	撒播草籽	hm²	49.33	3852.21	19.01
2.4	**耕地复垦单元监测管护**				**16.79**
2.4.1	监测工程				12.54
2.4.1.1	土地损毁监测	次	234	500	11.70
2.4.1.2	土壤质量检测	次	6	300	0.18
2.4.1.3	复垦效果监测	次	33	200	0.66
2.5	管护工程				4.25
2.5.1	复垦成果管护	hm²	8.02	5300	4.25
2.6	**林地复垦单元监测管护**				**22.68**
2.6.1	监测工程				15.42
2.6.1.1	土地损毁监测	次	284	500	14.20

序号	单项名称	单位	工程量	综合单价	合计（万元）
2.6.1.2	复垦效果监测	次	61	200	1.22
2.6.2	管护工程				7.26
2.6.2.2	复垦成果管护	hm²	20.18	3600	7.26
2.7	**草地复垦单元监测管护**				**14.26**
2.7.1	监测工程				12.43
2.7.1.1	土地损毁监测	次	241	500	12.05
2.7.1.2	复垦效果监测	次	19	200	0.38
2.7.2	管护工程				1.83
2.7.2.1	复垦成果管护	hm²	15.26	1200.00	1.83
3	**第三年**				**431.61**
3.1	**沉陷区耕地复垦工程**				**211.03**
3.1.1	土壤重构工程				93.64
3.1.1.1	裂缝填堵土方	m³	14302.67	25.30	36.19
3.1.1.2	表土剥离工程	m³	11755.07	5.88	6.91
3.1.1.3	表土覆土工程	m³	16704.43	10.34	17.27
3.1.1.4	土地平整工程	m²	11755.07	5.88	6.91
3.1.1.5	土地翻耕工程	hm²	31.77	1736.32	5.52
3.1.1.6	田埂修筑工程	m³	1144.31	31.92	3.65
3.1.2	土壤培肥	hm²	31.77	5410.60	17.19
3.1.3	配套机耕道路工程				100.20
3.1.3.1	路床压实	m²	26372.01	4.39	11.58
3.1.3.2	路基(20cm 砾石)	m²	30502.57	27.96	85.29
2.1.3.3	素土路面（20cm）	m²	19064.10	1.75	3.34
3.2	**沉陷区林地复垦工程**				**114.09**
3.2.1	栽植油松	株	13553.00	42.74	57.93
3.2.2	穴状整地（0.5m*0.5m）	个	13553.00	5.00	6.78
3.2.3	栽植紫穗槐	株	54211.00	4.11	22.28
3.2.4	穴状整地（0.4m*0.4m）	个	54211.00	5.00	27.11
3.3	**沉陷区草地复垦工程**				**24.48**
3.3.1	撒播草籽	hm²	63.54	3852.21	24.48
3.4	**耕地复垦单元监测管护**				**24.07**
3.4.1	监测工程				17.96
3.4.1.1	土地损毁监测	次	335	500	16.75
3.4.1.2	土壤质量检测	次	9	300	0.27
3.4.1.3	复垦效果监测	次	47	200	0.94
3.4.2	管护工程				6.11
3.4.2.1	复垦成果管护	hm²	11.52	5300	6.11
3.5	**林地复垦单元监测管护**				**37.52**
3.5.1	监测工程				25.52
3.5.1.1	土地损毁监测	次	470	500	23.50
3.5.1.2	复垦效果监测	次	101	200	2.02

序号	单项名称	单位	工程量	综合单价	合计（万元）
3.5.2	管护工程				12.00
3.5.2.1	复垦成果管护	hm²	33.34	3600	12.00
3.6	**草地复垦单元监测管护**				**20.42**
3.6.1	监测工程				17.79
3.6.1.1	土地损毁监测	次	345	500	17.25
3.6.1.2	复垦效果监测	次	27	200	0.54
3.6.2	管护工程				2.63
3.6.2.1	复垦成果管护	hm²	21.90	1200.00	2.63
4	**第四年**				**454.06**
4.1	**沉陷区耕地复垦工程**				**212.06**
4.1.1	土壤重构工程				83.64
4.1.1.1	裂缝填堵土方	m³	15646.84	25.30	39.59
4.1.1.2	表土剥离工程	m³	12859.82	5.88	7.56
4.1.1.3	表土覆土工程	m³	18274.32	10.34	18.90
4.1.1.4	土地平整工程	m²	12859.82	5.88	7.56
4.1.1.5	土地翻耕工程	hm²	34.76	1736.32	6.04
4.1.1.6	田埂修筑工程	m³	1251.86	31.92	4.00
4.1.2	土壤培肥	hm²	34.76	5410.60	18.81
4.1.3	配套机耕道路工程		0.00		109.62
4.1.3.1	路床压实	m²	28850.47	4.39	12.67
4.1.3.2	路基(20cm 砾石)	m²	33369.21	27.96	93.30
4.1.3.3	素土路面（20cm）	m²	20855.76	1.75	3.65
4.2	**沉陷区林地复垦工程**				**114.20**
4.2.1	栽植油松	株	13566.00	42.74	57.98
4.2.2	穴状整地（0.5m*0.5m）	个	13566.00	5.00	6.78
4.2.3	栽植紫穗槐	株	54264.00	4.11	22.30
4.2.4	穴状整地（0.4m*0.4m）	个	54264.00	5.00	27.13
4.3	**沉陷区草地复垦工程**				**24.49**
4.3.1	撒播草籽	hm²	63.58	3852.21	24.49
4.4	**耕地复垦单元监测管护**				**31.03**
4.4.1	监测工程				23.16
4.4.1.1	土地损毁监测	次	432	500	21.60
4.4.1.2	土壤质量检测	次	12	300	0.36
4.4.1.3	复垦效果监测	次	60	200	1.20
4.4.2	管护工程				7.87
4.4.2.1	复垦成果管护	hm²	14.85	5300	7.87
4.5	**林地复垦单元监测管护**				**45.96**
4.5.1	监测工程				31.24
4.5.1.1	土地损毁监测	次	576	500	28.80
4.5.1.2	复垦效果监测	次	122	200	2.44
4.5.2	管护工程				14.72

序号	单项名称	单位	工程量	综合单价	合计（万元）
4.5.2.1	复垦成果管护	hm²	40.89	3600	14.72
4.6	**草地复垦单元监测管护**				**26.32**
4.6.1	监测工程				22.93
4.6.1.1	土地损毁监测	次	445	500	22.25
4.6.1.2	复垦效果监测	次	34	200	0.68
4.6.2	管护工程				3.39
4.6.2.1	复垦成果管护	hm²	28.25	1200.00	3.39
5	**第五年**				**103.57**
5.1	**耕地复垦单元监测管护**				**31.11**
5.1.1	监测工程				23.23
5.1.1.1	土地损毁监测	次	433	500	21.65
5.1.1.2	土壤质量检测	次	12	300	0.36
5.1.1.3	复垦效果监测	次	61	200	1.22
5.1.2	管护工程				7.88
5.1.2.1	复垦成果管护	hm²	14.87	5300	7.88
5.2	**林地复垦单元监测管护**				**46.07**
5.2.1	监测工程				31.33
5.2.1.1	土地损毁监测	次	577	500	28.85
5.2.1.2	复垦效果监测	次	124	200	2.48
5.2.2	管护工程				14.74
5.2.2.1	复垦成果管护	hm²	40.95	3600	14.74
5.3	**草地复垦单元监测管护**				**26.39**
5.3.1	监测工程				23.00
5.3.1.1	土地损毁监测	次	446	500	22.30
5.3.1.2	复垦效果监测	次	35	200	0.70
5.3.2	管护工程				3.39
5.3.2.1	复垦成果管护	hm²	28.28	1200.00	3.39
合计					**2076.89**

第八章　保障措施与效益分析

一、组织保障

1、经营管理形式

亿隆煤矿矿山地质环境保护与土地复垦工作由府谷县煤化工集团亿隆矿业有限公司全权负责并组织实施，企业法定代表人徐海林为第一责任人。

成立亿隆煤矿矿山地质环境与土地复垦项目领导机构，负责项目实施，负责人实行目标责任制，进行目标管理。

亿隆煤矿矿山地质环境保护与土地复垦项目组织机构图见图 8.1-1，具体责任人及职责见表 8.1-1。

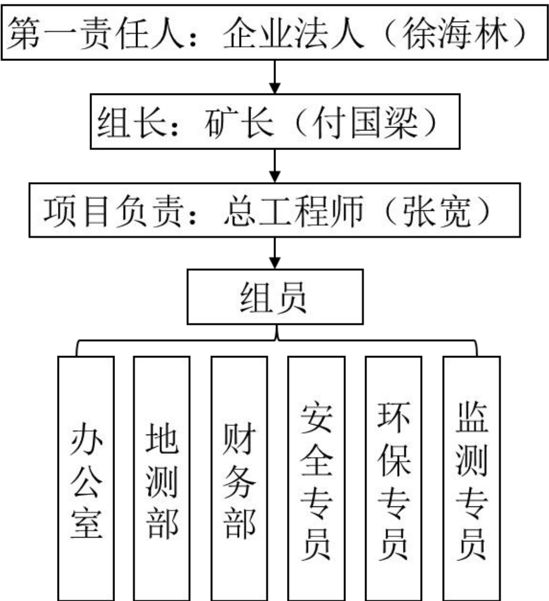


图 8.1-1　亿隆煤矿矿山地质环境保护与土地复垦项目组织机构图

表 8.1-1　亿隆煤矿矿山地质环境保护与土地复垦项目组成人员及职责表

职务		职责
第一责任人（法人）		项目管理活动的决策人
组长（矿长）		组织、管理、领导本项目的具体执行
项目负责（总工）		协助组长管理项目，负责本项目的执行标准及项目质量
组员	办公室	负责项目招标管理
	地测部	负责项目施工技术管理
	财务部	负责项目费用的提取及下拨
	安全管理部	负责项目实施中的安全管理
	监测专员	负责项目实施中的环保管理
	监测专员	负责矿山地质环境的监测、巡查工作

2、项目管理

按工程计划统筹安排，按照本方案的年度工作安排，编制年度实施计划，将任务分项分解，落实到各地块，参照表 8.1-1 中的职责划分，执行计划和作业设计组织施工。对建设所需购买的设备由矿方按计划统一购置。

3、工程管理

由总工张宽、地测部主任负责项目的工程管理，应按省自然资源厅的统一要求编制初步设计，初步设计批准后编制施工图设计，施工严格实行先设计、后施工，并实行施工员追踪负责制。参与人的经济利益与治理质量挂钩，确保工程质量，严格检查验收制度，坚持一个工序检查合格后再进入下一个工序。

4、资金管理

由财务部管理项目资金，要单独建立项目帐户，建设资金必须做到合理分配，专款专用，实行“追溯”报帐制，即先验收后报帐、拔付。按规定下级单位向上级项目管理部门提交财务报表，同时接受财政、审计部门的检受监督。

5、信息管理

治理工程建设必须配备必要的信息工具，对施工进度、质量、植被生长、资金使用等动态情况进行监测并及时对各类信息进行汇总、上报、分析和反馈。建设档案全部实行微机管理，建立工程治理资料及资金使用情况档案。同时，积极开展信息交流，及时进行各类信息收集、整理、分析和发布，总结、推广并应用先进经验，保证项目取得最满意的效果。

6、安全管理

由安全员负责本项目的安全管理，认真贯彻“安全第一，预防为主”的安全方针，严格执行国家有关安全生产的各项法规，法令和规定。

建立健全各级安全责任制，安全检查制，安全交接班制，安全教育和事故追查等报告制度。

二、技术保障

1、根据项目工作要求，选派有经验的技术人员组成施工部，按照指挥部的统一部署和设计要求开展工作。

2、制定各工作阶段具体实施计划方案，做到工作前技术准备充分，工作中技术落实准确，工作后技术总结全面。工作过程及总结工作中出现的技术问题，及时向上级

咨询改进，制定改进工作方法及手段，保证各项工作技术可行可靠。

3、技术人员配备到位，严格按照设计制定的技术人员实施，确保人员技术水平；技术设备配备、管理到位，配备充足的技术及施工等设备和满足本项目精度要求的信息设备，保障其正常运行，确保工作进度和数据资料的准确可靠。

4、实施过程中严格按照项目合同、项目设计书和有关规范、标准执行，技术管理到位，认真、及时、全面地检查、验收，发现技术质量问题严格按照有关技术要求及时纠正；在自检自查的同时进行互查互检，及时解决难点及技术问题。资料整理过程中，严格执行校对、审核制度，做到质量层层把关。

5、在实施过程中加强与方案编制技术人员的沟通，对治理与复垦过程中出现的问题及时解决，及时与方案编制人员沟通，对复垦报告进行修改或重新编制；

6、配备性能良好的交通运输工具、通讯工具、测量仪器及其它生产设备，分析测试任务由具有相关资质的实验室承担，图件制作采用先进的数字化处理系统及机助成图系统，确保工程质量。

7、加强施工过程监理，关键工序聘请专家指导。

8、生产过程中严格实施质量三检制度（自检、互检、抽检），确保工程质量，争创优质工程。

9、在项目实施过程中，严格按照技术规范、规程及设计书、施工方案要求操作，对项目全过程进行质量监控，不允许出现不合格的原材料、中间成果和单项工程，确保最终成果的高质量。

10、制定《质量责任制考核办法》，并依据《办法》对各作业组、作业人员定期进行质量责任制考核，确保质量目标实现。

11、随时接受主管单位和其他有关部门的监督、检查和指导。

三、资金保障

资金保障通过“计—提—管—用—审”贯穿于矿山地质环境与土地复垦始终，作为资金保障的一体化制度。

1、资金来源

资金来源遵循以下原则：

（1）“谁破坏，谁治理”的原则；

（2）矿山地质环境治理及土地复垦费用进入当年生产成本的原则；

（3）按矿山建设工程实际生产能力计提的原则。

按照以上原则，府谷县煤化工集团亿隆矿业有限公司是本项目资金提供的义务人。根据《陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》（陕自然资规〔2024〕1757 号），府谷县煤化工集团亿隆矿业有限公司将建立“矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金（以下简称基金）”账户，把矿山地质环境保护与土地复垦费用纳入生产建设成本，按月计提基金费用，专项用于该工作的实施。

2、基金计提系数

根据“谁损毁谁复垦”及“谁开发谁保护，谁破坏谁治理，谁投资谁受益”的原则，矿山地质环境保护与土地复垦资金来源为煤矿自筹。

根据《陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》，矿山每月按照原矿销售收入、开采矿种系数、开采方式系数、地区系数等综合提取基金。

亿隆煤矿开采矿种为煤炭，根据通知要求，各系数取值如下：

矿种系数取 1.4%（煤炭价格≤600 元/吨），开采系数取 1.2%（允许塌陷，机械化综采），地区系数取 1.1%（陕北地区）。

根据近 5 年来企业生产产量和销售收入，经统计分析，最终确定本项目矿井原煤经洗选后售价为 480 元/吨。亿隆煤矿各年提取基金数额见表 8.1-1。

表 8.1-1　煤矿提取基金一览表

月销售（万t)	销售价（元/t）	矿种系数	开采系数	地区系数	月提取基金（万元）	占销售收入	元/t
10	480	1.4%	1.2	1.1	88.704	1.85%	8.87

依据陕自然资规〔2024〕1757 号计算吨煤提取基金为 8.87 元吨（按 4800 元/吨的销售价计算），亿隆煤矿近期每年吨煤提取基金为 8.87 元。

近期每年计提费用依照本方案安排实际工作量所需金额提取，提取数额见表 8.1-2。

表 8.1-2　近期矿山地质环境保护与土地复垦基金计提与费用年度计划表

年度	产值	比例	提取金额	治理内容	治理费用	
第一年		1.85%		矿山地质环境治理工程	1048.09	1980.82
				土地复垦工程	932.73	
第二年		1.85%		矿山地质环境治理工程	103.22	509.44
				土地复垦工程	406.22	
第三年		1.85%		矿山地质环境治理工程	101.04	632.38
				土地复垦工程	531.33	
第四年		1.85%		矿山地质环境治理工程	102.01	660.98

年度	产值	比例	提取金额	治理内容	治理费用	
				土地复垦工程	558.97	
第五年		/		矿山地质环境治理工程	255.20	382.70
				土地复垦工程	127.50	
合计		/	4262.4		4166.32	

3、资金提取及存储

府谷县煤化工集团亿隆矿业有限公司将在银行设立对公专用账户—矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金账户，用于计提基金的存储和支付管理。矿山企业财务部门应按照会计准则，单独设置“矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金”会计科目，单独反映基金的提取与使用情况。财务部门应在年度财务预算中编制基金年度提取和使用计划，按照基金计提标准公式、基金年度提取和使用计划，逐月计提矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金。所提基金费用计入生产成本，在所得税前列支。

矿山企业年度提取的基金累计不足于本年度矿山地质环境治理恢复与土地复垦费用的，或低于《方案》中估算的年度治理恢复与土地复垦费用的，应以本年实际所需费用或《方案》中估算年度费用进行补足。

4、资金管理及使用

（1）矿山地质环境治理与土地复垦基金应按照“企业提取、政府监管、确保需要、规范使用”的原则进行管理，并建立了规范有效的基金财务管理制度，规范基金管理，明确基金提取和使用的程序、职责及权限，按规定提取和使用基金。

制定专项资金使用“五专”（专项、专户、专用、专账、专人负责）责任制。

（2）矿山地质环境治理与土地复垦基金专项用于矿山地质环境治理与土地复垦、开发式治理等工程，任何单位和个人不得截留、挤占、挪用。

(3)亿隆煤矿应根据自然资源主管部门公告的本方案编制年度实施方案并明确基金使用计划。年度实施方案内容包括本年度矿山地质环境治理与土地复垦基金提取、使用情况，下一年度实施方案和基金使用计划。

(4)亿隆煤矿应按照备案的矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金年度使用计划，安排年度实施工程和基金支出。

（5）完成矿山地质环境治理与土地复垦工程后，亿隆煤矿应及时向府谷县自然资源和规划局提出竣工验收申请。验收合格后，可取得府谷县自然资源和规划局出具的工程质量验收合格确认书，据此可核算基金使用情况。

（6）为使矿区群众真正了解并参与到复垦工作中，府谷县亿隆煤业有限责任公司

将对各土地复垦阶段实施计划及资金的使用情况进行公示，并在方案实施阶段招募当地群众参加复垦工作，让公众切身了解复垦资金的使用是否真正落实到实处。如有发现资金的使用与实际复垦效果有重大不符的情况，公众可向相关主管部门反映，发挥监督作用，确保复垦资金合理有效利用。

5、费用审计

府谷县煤化工集团亿隆矿业有限公司将按年度对矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金提取、使用情况进行内部审计，将审计结果于每年的 12 月 31 日前报送府谷县自然资源主管部门审计或复核。

四、监管保障

矿山地质环境保护与土地复垦效果的可持续性即来源于工程措施的科学性，更来源于矿山地质环境恢复治理和土地复垦后土地生态系统长期监测基础的合理管护。

1、监督保障

矿山地质环境恢复治理与土地复垦过程中的监督措施主要有以下两个方面：

（1）进度监督

矿方地测部门通过对沉陷区地形的测量，配合自然资源管理部门及时确定治理位置和范围，在此基础上，进行矿山地质环境恢复治理与土地复垦进度计划制定。亿隆煤矿除日常向自然资源部门及时沟通能够反馈矿山地质环境恢复治理与土地复垦工作进展情况。

（2）资金监督

1）矿山企业应规范基金提取与使用，明确基金提取与使用的程序及权限，基金专项用于矿山地质环境恢复治理与土地复垦、开发式治理等工程。矿山企业应根据《方案》制定年度基金提取和使用计划，基金使用纳入矿山企业财务预算。基金的会计处理，应当符合国家统一的会计制度的规定。

2)矿山企业应与所在地县级自然资源主管部门、银行共同签订基金使用监管协议，并明确基金提取与使用的时间、数额、程序、条件和违约责任等。

3）矿山企业应按时（季度、半年、年度）将基金提取、使用情况，恢复治理与土地复垦成效（半年、年度）及下一年度恢复治理与土地复垦计划上报县级自然资源主管部门，逐级审核后报省级自然资源主管部门。基金的提取、使用及恢复治理与土地复垦工程的执行情况，列入矿业权人勘查开采信息公示系统。

4）对于不按本办法提取、使用基金或不按要求报送基金提取、使用情况的，以及未按照《方案》开展恢复治理与土地复垦的，将其列入矿业权人异常名录或严重违法失信名单，责令其限期整改。

5）矿山企业不履行恢复治理与土地复垦义务或履行不到位且拒不整改的，可由自然资源主管部门委托第三方进行治理恢复，该费用从矿山企业提取的基金中列支。

（3）效果监督

矿山地质环境恢复治理与土地复垦完成后，难免会出现恢复治理和土地复垦效果不符合标准，应对各个阶段的工程进行及时检查，例如耕地的产量如何、地下水含水层恢复治理以及各类植被的生长状况，若恢复治理与土地复垦效果较差，应及时修改矿山地质环境恢复治理与土地复垦措施，进行重新施工，使矿山地质环境恢复治理与土地复垦达到标准要求。

2、管护保障措施

矿山地质环境恢复治理与土地复垦过程中的管护措施主要针对项目区矿山地质环境恢复治理的保护与植被重建的病虫、灌溉、施肥管护等。该工作由矿区环保部门执行。

五、效益分析

亿隆煤矿地质环境保护与土地复垦实施后，将形成综合防护体系，降低因煤矿开采引发的不稳定地质体、地形地貌景观破坏以及压占土地资源等矿山地质环境问题造成的经济损失，尽量恢复被破坏的植被，有效地治理土地资源破坏，遏制矿山生态环境的日趋恶化，改善开采区及其周边地区生产和生活环境，打造绿色矿业，并促进当地的社会经济发展。

矿山地质环境保护与土地复垦效益包括社会效益、生态效益和经济效益。

（一）社会效益

矿山地质环境保护与土地复垦，一方面可以减少和预防引发或加剧的不稳定地质体对人民生命财产的威胁，达到防灾减灾的目的；另一方面随着对矿山地质环境保护与土地复垦，可改善矿区的生态环境，保证矿山开发和生态环境可持续发展，在一定程度上缓解了人地关系的压力。

（1）防灾减灾已作为当前我国维系社会稳定、促进经济发展、减少国家和人民的生命财产损失，构建和谐社会和实施可持续发展战略的重要任务。其主要措施是提前

预防、避让和治理相结合。矿区进行矿山地质环境保护与恢复治理，可减少和预防引发或加剧的不稳定地质体对人民生命财产的威胁，这对当地实施防灾减灾工作有一定的推动作用。

（2）耕地是粮食生产的载体，是粮食安全的根本保障。耕地总量动态平衡目标是在我国人多地少、用地需要居高不下、耕地资源又相对不足且急剧减少，给经济社会的发展带来巨大压力的局面下提出的，是促进土地资源的可持续利用，实现可持续发展战略的一项具体目标。对矿区地质环境保护与恢复治理，也就可防止和减轻水土流失，从而保护了耕地，促进地耕地保护战略目标的实现。

（3）矿山地质环境保护与恢复治理，可增加部分当地居民就业，从而增加农民的收入，加快当地农村现代化进程，缩小了城乡差距，有利于社会的团结和稳定，促进社会进步。

（4）本项目土地复垦方案实施后，可以减少矿区开采工程带来的新增水土流失，减轻所造成的损失和危害，能够确保矿山的安全生产。

（5）矿区复垦能够减少生态环境破坏，为工程建设区的绿化创造了良好的生态环境，有利于矿区职工以及附近居民的身心健康，从而能够提高劳动生产率。

（6）土地复垦方向主要为耕地，恢复耕地面积，对复垦后土地经营管理需要较多的工作人员，因此也能够为矿区人民提供更多的就业机会，对于维护社会安定起到了积极的促进作用。

（7）本工程土地复垦项目实施后，通过建设人工林地以及草地，恢复林草植被面积，对改善项目区建设影响范围及周边地区的土地利用结构起到良好的促进作用，从而促进当地林、牧业协调发展。综合可见，本复垦项目对当地社会发展会有较大的促进作用，具有较好的社会可行性。

2、生态效益

“绿水青山，就是金山银山”，项目区生态环境相对脆弱，生态环境保护任务尤为重要。象山矿井矿山地质环境保护与土地复垦项目实施后，提高了植被覆盖率，有利于水土保持及生态环境的改善。

（1）方案实施后，将基本控制复垦区的水土流失，通过改变微地形、增加地面植被、改良土壤性质可增加土壤入渗，减轻土壤侵蚀，将产生明显的保水保土效益，防止因水土流失引起的损失，并在一定程度上改善工程地区原有的水土流失及生态环境状况。

（2）方案实施后，植被覆盖率得到明显的提高，将有效遏制项目区及周边环境的恶化，在合理管护的基础上最终实现植物生态系统的多样性与稳定性。吸引周边动物群落多样性，达到植物动物群落的动态平衡。

（3）方案实施后，通过对生态系统的重建工程，将对局部环境空气和小气候产生正效与长效影响。

3、经济效益

本方案充分考虑了矿山现状及可能发生的地质环境与土地损毁问题，因地制宜地部署了矿山地质环境治理与土地复垦工程，既保证了高质量的治理效果，又可以很好的节约治理费用，经济上可行。

（1）防灾减灾，保护群众：通过矿山环境恢复治理工程实施，可以对区内不稳定地质体有效的治理，减轻不稳定地质体对矿区工作人员及周边居民生命财产的威胁，经济效益巨大。

（2）恢复土地，增产增收：通过清理工程、表土剥覆、土地平整、土壤培肥、林草恢复等工程的实施，可以有效地恢复已损毁的土地，恢复其生产能力，增加土壤肥力，提高产量，达到增收的目的，进而带动当地农民收入的增加。

（3）增加就业，提高收入：本方案部署工程的实施，一方面，工程实施过程中普工、技工等人工需求量大，用工可以从当地居民中雇工，从而增加当地居民的收入；另一方面，土地复垦过程中，需要大量的花椒树、柿子树、刺槐、连翘等，当地居民可通过培育种植苗木，成为土地复垦所需苗木的供应商，进而增加收入。

本项目主要效益为耕地、林地和草地效益，项目实施后年直接效益 421.52 万元。

1、耕地收益

项目实复垦后，新增耕地面积 18.5889hm^2，根据当地经验，结合项目区实际情况，新增耕地实行玉米种植，效益计算见表 8.5-1。

表 8.5-1 近期实施后经济效益计算表

种类	面积（hm^2）	产量（kg/亩）	价格（元/kg）	投资标准（元/亩）	新增耕地收益（万元）
玉米	18.5889	1200	2.2	500	59.68

2、林地收益

复垦区共种植各类乔木 60489 株，十年后成材，株成材达 0.30m^3，参照现市场行情分析，每 m^3 按 3000 元计算，林木的效益每 10 年发生一次；则平均每年效益为 125.96

万元。

复垦区共种植各类灌木 241956 株，十年后成材，株成材达 0.08m3，参照现市场行情分析，每 m3 按 500 元计算，林木的效益每 10 年发生一次。。则平均每年效益为 165.57 万元。效益计算见表 8.2-2。

表 8.5-2　　林地效益计算表

种类	数量（珠）	折合方量（m^3）	价格(元/m^3)	毛利润(万元)	投资标准(元/株)	投资(万元)	净收益(万元)	年收益(万元)
乔木	60489	18146.7	1500	2722.01	20	120.98	2601.03	260.10
灌木	241956	19356.48	500	967.82	5	120.98	846.84	84.68
合计							3447.87	344.78

林地净收益为 3447.87 万元，年收益为 344.78 万元。

3、草地收益

复垦区种草面积 259.20hm^2，平均每公顷产草量 2.0t，目前紫花苜蓿的平均价格为 0.5 元/kg，每公顷草地的投入为 300 元/hm^2，则复垦区草地收益为 17.06 万元。

总之，本方案有益于促进社会经济发展、提高当地居民经济收入和生活水平。

六、公众参与

（一）方案编制前公众参与

为了解本工程项目所在区域公众对本工程项目的态度，本方案在编制之前进行了公众参与调查，在矿方的支持与配合下，编制单位走访了项目区内涉及到的八个村，对项目进行了公示。向当地居民详细介绍了项目的性质、类型、规模及以国家相关矿山地质环境与土地复垦政策，如实向公众阐明本项目可能产生的地表塌陷、不稳定地质体及土地损毁；介绍项目投资、建成后的企业带来的经济效益以及对促进地方经济发展的情况，征求了当地各方对土地复垦的意见。

根据当地的经济、文化水平，确保被调查人员对土地复垦及该煤矿建设项目有一定的了解。通过散发公众参与调查表的形式，向项目区各方共发放调查表 40 份，收回有效问卷 35 份，回收率 87%。问卷调查对象包括项目影响区的工、农、商等各界公众。

周围民众大多认为亿隆煤矿的建设能促进当地经济的发展，但同时对当地生态环境造成一定影响，希望采取相关措施进行矿山地质环境保护与土地复垦：

（1）及时排查并监测不稳定地质体点；

（2）土地复垦以恢复原有土地利用现状为主，特别是要恢复旱地耕种功能；

（3）植被恢复选择当地物种；

（4）结合当地产业实施开发式治理，带动当地群众致富；

（5）建议煤矿投产后招工尽量照顾当地居民，促进当地经济发展。



照片8.6-1 公众调查照片

（二）方案编制期间公众参与

方案编制期间：业主单位委托我公司编制土地复垦方案时表示，在保证复垦目标完整、复垦效果理想的前提下，兼顾企业生产成本，尽可能减轻企业负担。为此，方案编制人员在编制过程中不断地与业主交换意见，并在方案初稿编制完成后交于业主单位审阅。

（三）复垦实施期间公众参与

在随后的复垦计划实施、复垦效果监测等方面仍需建立相应的参与机制，同时尽可能扩大参与范围，从现有的土地权利人及相关职能部门扩大至整个社会，积极采纳合理意见，积极推广先进的、科学的复垦技术，积极宣传土地复垦政策及其深远含义，努力起到模范带头作用。

1、组织人员

方案编制技术人员应与矿方技术人员进行长期的、积极有效的合作，在复垦实施过程中和管护期间，建立相应的公众参与机制，积极调动公众的参与热情。

2、参与方式

为保证全程全面参与能有效、及时反馈意见，需要制定多样化的参与形式，如张贴公告、散发传单、走访手段，确保参与人充分知晓项目计划、进展和效果。

3、参与人员

在群众方面，除继续对方案编制前参与过的群众进行宣传，鼓励他们继续以更大的热情关注土地复垦外，还要对前期未参与到复垦中的群众（如外出务工人员）加大宣传力度，让更广泛的群众加入到公众参与中来。

在政府相关职能部门方面，除继续走访方案编制前参与过的职能部门外，还应加大和扩大重点职能部门的参与力度，如自然资源和规划局、环保局和审计局等。

在媒体监督方面，应加强与当地电视台、网站、报社等媒体的沟通，邀请他们积极参与进来，加大对复垦措施落实情况的报道，形成全社会共同监督参与的机制。

（四）参与时间和内容

1、复垦实施前

根据本方案确定的复垦时序安排，在每次制订复垦实施方案时进行一次参与式公众调查，主要是对损毁土地面积、损毁程度和临时土地保护措施实施效果进行调查。

2、复垦实施中和管护期

复垦实施中每年进行一次参与式公众调查，主要是对复垦进度、复垦措施落实和资金落实情况、复垦实施效果进行调查。管护期应每季度进行一次公众调查，主要是对复垦效果、管护措施和管护资金落实情况进行调查。如遇大雨等特殊情况应增加调查次数。

3、复垦监测与竣工验收

复垦监测结果应每年向公众公布一次，对公众提出质疑的地方，应及时重新核实并予以说明，同时严肃查处弄虚作假问题。县自然资源和规划局进行验收时，除组织相关专家外，也应邀请部分群众代表参加，确保验收工作公平、公正和公开。

4、复垦后的土地利用权属分配

对于征用的土地，复垦结束后应及时归还土地权利人。对于征收的土地，希望复垦后归还原土地权利人或租给当地农牧民耕种（永久建设用地除外）

第九章　结论与建议

一、结论

（一）矿山地质环境影响评估

1、矿山概况

亿隆煤矿位于陕北侏罗纪煤田神府矿区三道沟井田，东南距府谷县城约50km，行政区划隶属府谷县老高川镇管辖。其地理坐标为东经110°34′07″～110°38′09″，北纬39°10′31″～39°12′55″，矿区面积13.9861km^2，生产规模为1.20Mt/a，开采2^{-2}和3^{-2}号煤层，开采标高为+1240～+1115m。

2、评估级别

亿隆煤矿矿山生产建设规模属地下开采的大型煤矿，生产规模为1.20Mt/a，评估区为重要区，矿山地质环境条件复杂程度属复杂类型，评估级别分级属一级。

3、现状评估

（1）矿山地质环境现状评估：共发育不稳定地质体6处。其中（不稳定地质体BT01位于矿山进场道路西侧边坡、不稳定地质体BT02位于矿山进场道路东侧边坡、不稳定地质体BT03位于煤矿炸药库旁边坡），地面塌陷3处（TX1位于位于矿区北部的12302-12306工作面、TX2矿区东南的12201-12203工作面，TX3位于矿区中部）。现状评估不稳定地质体BT01、BT02发育程度中等、危害程度中等、危险性中等，不稳定地质体BT03发育程度中等、危害程度小、危险性中等，地面塌陷（TX1-TX3）发育程度中等、危害程度中等、危险性中等。

（2）含水层影响现状评估：煤矿现状对地下含水层造成影响的区域主要为矿山历史开采形成的采空区及周边。根据现场调查和勘探报告反映，后续回采下部3^{-2}煤层，经过不断开采，已经形成大片采空区，矿坑排水量较小，正常涌水量为28.0m^3/h，最大涌水量为58.7m^3/h。由于煤层埋深不均匀，沟谷区较浅，梁峁区较深，3^{-2}的开采产生的冒落带和导水裂隙带对部分含水层的结构造成了破坏，造成地下水位的下降，含水层疏干或半疏干，对地下含水层造成一定影响。通过煤层开采对含水层结构的破坏程度、对地下水位的影响以及对地下水质、水量的影响分析，亿隆煤矿开采区内2^{-2}煤层及3^{-2}煤层对开采区内含水层影响严重。

（3）地形地貌景观现状评估：工业场地对评估区地形地貌景观的影响与破坏程度较大，影响程度严重；炸药库建设过程中对原有地形地貌景观改变大，影响程度严重；排矸场建设及排矸过程中对原地貌进行了挖损、压占，工程建设对原有地形地貌景观改变较大，影响程度严重；矿山道路均已建成，矿山道路大多在原有通村道路基础上改建，呈线性分布，对原有地形地貌影响程度较轻；输电线路无高的开挖边坡，动用的土方量较小，且均已建成。塔基占地面积较小，规模小，对地形地貌影响较轻。

（4）水土环境现状评估：现状条件下水环境影响源主要为矿井地面的生活污水和井下排水，固体废弃物主要包括煤矸石及生活垃圾，经试验分析表明现状条件下对水土环境较轻。

（5）现状将评估区影响程度分为严重、较严重和较轻 3 个级别 7 个区，其中严重区 4 个（工业广场、排矸场、炸药库、进矿道路），总面积 25.7078hm^2，占评估区总面积的 1.71%；较严重区 2 个（北部 12102-12106 工作面影响区、东南部 12201-12203 工作面影响区），面积为 178.75hm^2，占评估区总面积的 11.88%；较轻区 1 个（矿区其他地区），面积为 1300.1522hm^2，占评估区总面积的 86.41%。

4、预测评估

（1）矿山地质环境预测评估：工业广场、排矸场遭受、加剧、引发不稳定地质体的可能性小，危险性小；炸药库、矿区道路遭受已有不稳定地质体的的可能性中等，危险性中等，加剧和引发不稳定地质体的可能性小，危险性小。井田边界地下开采引发地面塌陷、地面裂缝、滑坡和崩塌灾害的可能性小，危险性小，因此矿山开采对村庄地物影响严重。煤层开采后对地面建设工程危害程度小，危险性小，影响较轻。

（2）含水层影响预测：煤层开采区降落漏斗影响范围为导水裂隙沟通区外 59.30m，降落漏斗范围内含水层水位下降。预测矿山开采对含水层水位影响较严重，煤层开采对含水层结构影响程度严重，煤层开采对矿井涌水量影响程度较严重，矿山开采对水质的影响程度较严重，方案适用期开采范围含水层影响程度严重。

（3）地形地貌景观现预测评估：工业场地已建设完成，占地面积共约 18.5889hm^2，。工业场地在矿山服务期满后进行恢复治理，预测评估影响程度严重；炸药库在矿山服务期满后进行恢复治理，预测评估影响程度严重；排矸场建设及排矸过程中对原地貌进行了挖损、压占，工程建设对原有地形地貌景观改变较大，影响程度严重；亿隆煤矿煤层开采后，沉降中心的最大沉降值为 2510mm，最大倾斜值为 18.99mm/m，最大曲率值为 0.33×10-3/m，最大水平移动值为 452mm，最大水平变形值为 8.66mm/m，煤

层开采对地形地貌景观的影响程度较轻。预测评估矿山开采对地形地貌景观的影响程度严重。

（4）水土环境预测评估：水环境影响源主要为生活污水和井下排水，处理措施与现状一致，预测评估矿山生产期间产生的污废水对环境的破坏程度较轻。

土环境影响主要为矸石、生活垃圾、锅炉渣灰及污泥，处理措施与现状一致，因此，预测评估土环境影响程度较轻。

（5）预测评估将全区划分为 3 级 9 个不同影响程度区，其中严重区 4 个（工业场地、排矸场、炸药库、进矿道路），总面积 25.7078hm^2，占评估区总面积的 1.71%；较严重区 2 个（评估西北部开采区），面积为 144.6593hm^2，占评估区总面积的 9.61%；较轻区 3 个（评估区西北部、评估区西部、矿区其他地区），总面积为 1334.2429hm^2 占评估区总面积的 88.68%。

（二）矿山地质环境治理分区与土地复垦范围

1、矿山地质环境治理分区

通过叠加，矿山地质环境问题影响程度分为严重、较严重和较轻三个级别。综合考虑危害对象、损失与治理难度，矿山地质环境问题影响程度，将全区划分为 3 级 9 个保护与治理分区，4 个重点防治区，面积 25.7078hm^2，占评估面积的 1.71%；2 个次重点防治区，面积 144.6593hm^2，占评估面积的 9.61%；3 个一般防治区，面积 1334.2429hm^2，占评估面积的 88.68%。

2、土地复垦范围

复垦区是由永久性建设用地和损毁土地组成，本项目中永久性建设用地全部为工业场地，面积为 15.8487hm^2。

复垦区由已损毁土地和拟损毁土地构成，损毁和已损毁土地之间没有重复损毁面积。已损毁土地面积 188.8124hm^2，拟损毁土地面积 348.1335hm^2，拟塌陷损毁和已塌陷损毁区域无重复损毁面积。合计损毁土地面积 536.9459hm^2。因本次开采煤层为 3-2 煤层，为同一水平面，因此无重复损毁土地。

（三）矿山地质环境治理与土地复垦工程

1、矿山地质环境治理工程

本方案部署矿山地质环境治理与土地复垦分为近期5年（2025－2029年），中后期6年（2030－2035年）二个阶段，矿山地质环境治理工程如下：

近期治理工程包括：不稳定地质体BT01、BT02、BT03、进矿道路修复、三道沟供水工程、通村道路修复工程、地面塌陷区的警示、地质环境监测工程。

中后期治理工程包括：地面塌陷区的警示、井口封堵、地质环境监测工程等。

2、矿区土地复垦

近期土地复垦任务为：近期土地复垦主要为对已损毁及前5年开采损毁后的土地进行复垦、对炸药库、排矸场等进行复垦、对沉陷土地进行土地损毁监测、对复垦后的土地进行复垦效果监测、进行管护。

中后期土地复垦任务为：对工业场地进行复垦、搬迁农村宅基地复垦工程、对沉陷土地进行土地损毁监测、对复垦后的土地进行复垦效果监测并进行管护。

工程措施：建筑物拆除、裂缝填充、表土剥覆、土地平整、田埂修筑、道路工程。

生物化学措施：土壤培肥、林草恢复。

3、矿山地质环境监测工程

编制了矿山地质环境监测方案，部署了不稳定地质体监测点8个；地面变形监测点38个；含水层监测点2个；水环境监测点4个；土环境监测点3个；

4、矿区土地复垦监测和管护

土地复垦监测包括土地损毁监测、土壤质量监测和土地复垦效果监测。土地损毁观测次数为10176次；土壤质量监测生产区土壤理化性质监测次数为84次；复垦效果监测1536次；耕地管护68.72hm^2；林地管护185.59hm^2；草地管护130.70hm^2。

（四）矿山地质环境治理工程经费估算

本方案矿山地质环境保护与土地复垦总经费估算7172.2万元，其中：矿山地质环境治理工程经费估算为1943.95万元；土地复垦工程经费估算为5228.25万元，储量为496.10万吨，吨煤投资14.46元；土地复垦面积552.7946hm^2（8291.92亩），亩均投资6305.23元。

本方案矿山地质环境保护与土地复垦估算近期总投资4166.32万元，其中矿山地

质环境治理总费用 1609.56 万元（其中第一年费用 1048.09 万元、第二年费用 103.22 万元、第三年费用 101.04 万元、第四年费用 102.01 万元、第五年费用 255.2 万元）、土地复垦静态费用 2556.76 万元（其中第一年费用 932.73 万元、第二年费用 406.22 万元、第三年费用 531.33 万元、第四年费用 558.97 万元、第五年费用 127.5 万元）。

府谷县煤化工集团亿隆矿业有限公司已建立基金专用账户；截止 2025 年 3 月，亿隆煤矿井共认定使用基金　　　　万元。实际提取基金　　　　万元，账户余额　　　　万元。

二、建议

1、切实加强矿山地质环境监测与土地复垦全过程监测，并对地质环境监测成果应用，监测工程设计应委托专业监测单位进行设计并实施；

2、土地复垦前，涉及地类变更的提前与农业、林业等相关部门、村民、村集体等做好充分沟通和协调、先办手续再开工建设；

3、矿山企业要尽快实施治理工程，同时加强监管。竣工后报送自然资源主管部门对矿山地质环境保护与土地复垦项目进行验收，及时足额提取矿山地质环境治理与土地复垦基金，为下一步落实矿山地质环境治理与土地复垦工程提供资金保障；

2、应依据矿山年度开采范围和对地质环境影响及土地损毁区，编制地质环境保护与土地复垦年度计划，并委托有资质技术单位进行的勘查、设计，报管理部门审批后实施；

3、煤矿应重视采空区自动化监测点建设，加强治理过程中各类资料管理，在自然资源主管部门的监督下对达到验标准的已治理工程进行验收；

3、本矿进矿道路两侧边坡不稳定地质体较发育，建议对不稳定地质体监测人员、区内居民及工人进行不稳定地质体科普教育，以加强其不稳定地质体防范意识。